

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

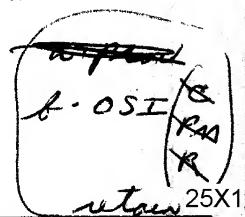
This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

25X1

COUNTRY	USSR/East Germany/Czechoslovakia	REPORT	
SUBJECT	Soviet, East German and Czechoslovak Studies on Metallurgy and Epoxy Resin Epoxin	DATE DISTR.	9 May 1960
		NO. PAGES	1
		REFERENCES	RD
DATE OF INFO.			
PLACE & DATE ACQ.			

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.



attached material

25X1

- A. A list of Soviet technical studies dealing with the metallurgical problem of austenite transformation which were issued by the Soviet Academy of Sciences between 1948 and 1959. They all appeared in such scientific publications as Reports of the Soviet Academy of Sciences and Problems of Soviet Metallurgy and Physics of Metals. The studies appear to be overt documents which are distributed by the Soviets to the Bloc nations and probably are also available to the US scientific community.

25X1

- B. Reproduction of a study including the following: the 1957-58 status of epoxin resin adhesive research as conducted by the Laboratory for Synthetic Materials of the East German Academy of Sciences, including the chemistry of epoxin resin and its industrial applicability; the qualitative production of epoxin resin at VEB Leuna-Werke "Walter Ulbricht", Leuna, East Germany; and experiences of the Czechoslovak industry with epoxin resin. (50 pages in German)

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

ATE	ARMY	NAVY	AIR	FBI	AEC			
-----	------	------	-----	-----	-----	--	--	--

Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

25X1

~~CONFIDENTIAL~~

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

List of USSR Austinite Studies

ATTACHMENT A

- A.N. ALFIMOV & A.P. GULYAYEV: "Remarks on the speed of growth of martensit crystals" Report of the Acad. of Sci. USSR Sect. Tech. Sciences, 1954, No. 3, page 88-90.
- G.W. KURDYUMOV & O.P. MAKSIMOVA: "Activity in the formation of martensit grain" Rep. Acad. of Sci. USSR, 1950, Book 73. No. 1.
- G.W. KURDYUMOV & O.P. MAKSIMOVA: "Kinetics of martensit transformation of austenit by low temperatures" Report of Acad. Sci. USSR, Book 61, 1948 No. 1.
- N.W. GRUM-GRSHIMAILO: "Oscillation and resonance in the kinetics of martensit formation" Rep ACSCIUSSR Book 121, 1958 No. 5 p. 850-851.
- B.J. LYUBOV & A.L. ROITBURD: "Austenit change in the proximity of a forming martensit crystal" Rep. Acad. Sci. USSR Book 120, 1958, No. 5 p. 1011-1014.
- W.A. ILYINA W.K. KRIZKAYA & G.W. KURDYUMOV: "Examination of size and characteristics of distortions in the crystal grid of martensit" Problems of metallurgy & physics of metals Book 3 (1952) p. 95-99.
- G.W. KURDYUMOV: "Diffusion-free (martensit) transformations in alloys" Journal of Technical Physics Book 18, 1948, No. 8, p. 999-1025.
- G.W. KURDYUMOV: "The nature of non-diffused transformation (martensit transformation) Journal of Technical Physics Book 60, 1948, No. 9 p. 1543.
- W.D. SADOVSKIY & G.N. BOGATSHEVA: "Influence of steel hardening temperature upon the residue content of austenit" Book 83 No. 2 p. 221-222, 1952, AcSci. USSR.
- P.L. GRUZIN & E.V. KUZNETSOV: "Influence of carbon upon the self-diffusion of iron in the iron-nickel system" Rep Acad. Sci USSR Book XCIII, No. 5 1953.
- A.N. ALFIMOV & A.P. GULYAYEV: "Examination of martensit transformation in steel" Journal of Technical Physics Book 25, No. 4, 1955 p. 680-686.
- J.M. GOLOVTSINE R & R.A. LANDA: "Examination of the thin crystal structure in the gama phase during martensit re-transformation" Book 107, No. 1 1956 p. 67-70.
- G.W. KURDYUMOV & M.D. PERKAS: "Hardening of non-alloyed, carbon-free iron" Rep Acad. Sci USSR Book 111, 1956. No. 4 p. 818.
- P.L. GRUZIN, E.V. KUZNETSOV & Academician G.V. KURDYUMOV: "The influence of the internal crystal austenit structure upon the self-diffusion of iron" Rep Acad. Sci USSR, Book XCIII, No. 6 1953.
- G.W. KURDYUMOV, O.P. MAKSIMOVA & T.W. TAGUNOVA: "The influence of plastic deformation upon the kinetics of the transformation of austenit into martensit" Problems of metallurgy and physics of metals, book 2, 1951, p. 135-152.
- P.M. YUSHEKEVITCH: "The influence of phase stabilization upon the position of martensit points of high revolution steel" Problems of Metallurgy and Physics of metals: Book 2, 1956 No. 1. p. 54-56.
- O.P. MAKSIMOVA: "Kinetics of martensit transformation" Problems of metallurgy and physics of metals, Book 3 (1952) p. 45-74.
- W.A. ILYINA, W.K. KRIZKAYA & G.W. KURDYUMOV: "The Anisotropy of martensit grid distortions" Problems of metallurgy and physics of metals, Book 3 (1952) p. 100-104.
- G.W. KURDYUMOV, M.D. PERKAS, A.E. SHAMOV: "State of martensit crystals in hardened, low-carbon steels" Rep. Acad. Sci USSR, Book 92, No. 5 (1953) p. 955-957.

~~CONFIDENTIAL~~

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

25X1

~~CONFIDENTIAL~~

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

- 2 -

G.W. KURDYUMOV: "To the theory of martensit transformations" Problems of metallurgy and physics of metals, Book 3, 1952, p. 9-44.

B.J. LYUBOV: "Kinetics of isotherm martensit transformation" Problems of metallurgy and physics of metals." Book 3 (1952) p. 83-94.

M.P. ARBUSOV, L.I. LYSAK & E.G. NESTERENKO: "Structure of martensit crystals of hardened steel" Rep. Acad. Sci. USSR Book 90, No. 3, 1953, p. 375-377.

J.N. BOGATISHEVA & W.D. SADOWSKIY: "To the stabilization of austenit against martensit transformation" Rep. Acad. Sci USSR Book 83 No. 4 (1952) p. 569-572.

G.W. KURDYUMOV & O.P. MAKSIMOVA: "To the kinetics of martensit transformation by temperatures above room temperature" Rep. Acad. Sci. USSR Book 81, 1951, No. 4 p. 565-568.

A.L. BYELINSKIY: "Examination of crystal formation during martensit phases by means of microcinematography" Rep. Acad. Sci. USSR, Book 110, No. 4 (1956) p. 556-558.

W.I. PROSVIRIN: "The three forms of transformation of deep-cooled austenit" (From the book: The influence of outside pressure upon phase transformation in steel and cast iron) Moscow (Mashgis) 1948.

G.W. KURDYUMOV & O.P. MAKSIMOVA: "Transformation of austenite into martensit at low temperatures" Problems of metallurgy and physics of metals Book 2, 1951, p. 64-97.

B.J. LYUBOV: "To the speed of grain growth of the new phase during isotherm decomposition of a firm solution" Rep. Acad. Sci. Book 72, 1950, No. 2 p. 273-275.

J.U. KORNEV: "Definition of binding energy in austenit grid" Rep. Acad. Sci. USSR Book XCIII 1953 No. 3.

O.P. MAKSIMOVA & A.I. NIKOROVA: "Transformation of austenit during deep cooling of case hardened steel" Problems of metallurgy and physics of metals Book 3, 1952 p. 155-177.

~~CONFIDENTIAL~~

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

ATTACHMENT B [REDACTED]

CONFIDENTIAL

25X1

[REDACTED] Expoxin-Resin Research in DDR & CSR 25X1

CONFIDENTIAL

(Epoxydharze)

Verbindungs- & Reichenstoffe für Lewna Harze	AK-1	AK-2	AK-3	Epoxydharz Vers.Nr.M 19	Epoxydharz Vers.Nr.M 10
Bestandteile	AK-1	AK-2	AK-3	AK-3K	AK-4
Ciba Produkte	Araldit 1	Araldit IV (Araldite) niedrigviskos	Araldit Hartert fest	Araldite mittlerviskos	Araldit 102 niedrigviskos
Lösungsmittel	Hars: fest	Hars: niedrigviskos	Hars: Hartert fest	Hars: mittlerviskos	Hars: niedrigviskos
Reinigungsmittel	AK-4	AK-5	AK-6	AK-5, AK-6	AK-5, AK-6
Klebefähigkeit	AK-5	AK-7	AK-5, AK-6	AK-5, AK-6	AK-5, AK-6
Mischungsverhältnis	Hartert bereits abgemischt	100 Teile Hars 25-35 " Hartert	100 Teile Hars 8 " Hartert	100 Teile Hars 8 " Hartert	100 Teile Hars 6,5-7 " Hartert
Harztrockenungsbedingungen	160°C 3 Std.	160°C 3 Std.	20°C 48 Std.	20°C 48 Std.	20°C 48 Std.
Heizhärtend	200°C 10 "	200°C 10 "	90°C 2 "	90°C 2 "	90°C 2 "
Klebefähigkeit (Klebstoffgemisch)	heizhärtend	heizhärtend	kalthärtend	kalthärtend	kalthärtend
Lebensdauer	2-3 Jahre	mind. 1 Monat	45-60 min.	60-90 min.	90-120 min.
Klebharz mit d. vergleichsweise geringen Scherfes- stigkeiten, für z.B. Zwecke, die eine Wärmebe- handlung bis 200°C zulassen. Hars ist auf- zutrennen bzw. aufzuschmelzen	Klebharz mit d. vergleichsweise geringen Scherfes- stigkeiten, für z.B. Zwecke, die eine Wärmebe- handlung bis 200°C zulassen. Hars ist auf- zutrennen bzw. aufzuschmelzen	Klebharz ent- hält Lösungsmit- tel, ist leicht ver- streichen; bei Verkleben nicht paraffin- Teile muss Kleb- hars vorge- brocken werden. Werdunsten des (Lösungsmittels) saur für Zwecke, die Wärmebe- handlung bis 200°C zulassen.	Klebharz für al- le Zwecke, die Wärmebehandlung nicht zulassen. Hars ist (mit Pinself) ver- streichen. Teile müssen aufgetragen werden.	Klebharz für al- le Zwecke, die Wärmebehandlung nicht zulassen, enthal- t Lösungsmittel. Teile müssen paraffin sein. Hars ist leicht verstreichen.	Klebharz für al- le Zwecke, die Wärmebehandlung nicht zulassen, enthal- t Lösungsmittel. Teile müssen paraffin sein. Hars ist leicht verstreichen.

CONFIDENTIAL

Klebstoffe sind Nichtmetalle, die eine kraftschlüssig von Körpern (Packstoffen) durch Adhäsion herbeizuführen versuchen. Sie werden im flüssigen oder plastischen Zustand auf die zu verbindenden Flächen aufgetragen und erhärten durch Verdunstung des Lösungsmittels oder durch Abbinden zu einem Kreokeukopf. hoher Eigenfestigkeit, der die zu verbindenden Teile mit großer Haftfestigkeit zusammenhält. Klebstoff ist Oberbegriff und schließt andere gebräuchliche Begriffe, wie Leim (in Wasser löslicher Klebstoff), Leimlösung (in Wassergelöster Klebstoff), Stärke (wasseriges Quellungsprodukt dann in sahen geringer Konzentration eine nicht fadenziehende, schmalzartige Masse bildet), Klebbett (bei Raumtemperatur plastisch verformbarer Klebstoff, nur wenige Lösungsmittel enthält) und Schmelzkleber (bei Raumtemperatur fester Klebstoff der zum Bevirkten der Oberfläche nur vorübergehend geschmolzen wird) ein.

Konstruktive Gesichtspunkte bei der Herstellung von Klebefüllungen aus steriler Körper.

Die innere Festigkeit der Klebstoffe ist meist geringer als die der zu verbindenden Packstoffe. Daher sind die hauptsächlich Zugbeanspruchungen beanspruchten Überlappungen anzusehen. Die Elastizitätsmoduli der ausgehärteten Klebstoffe unterscheiden sich von denen der Packstoffe. Bei Beanspruchung können an den Rändern der Überlappungen Spannungsspitzen auftreten. Zur Vermeidung von Spannungsspitzen ergeben sich folgende Lösungen:

- 1) ~~MAX~~ Verringerung der Überlappungsfläche: Verwendung der doppelten Tasche.
- 2) Anpassen der Werkstoffdicken an den Spannungsverlauf: Sonderbildung der Überlappung bzw. der aufgeklebten Tasche nach Möglichkeit beider (rugeschräfte Taschen können natürlich direkt benutzt werden).

Je fester der Werkstoff der Lasche, desto geringere
Laschendicke. Für Metallverklebungen wählt man den
eigenen Werkstoffen die Laschendicke gleich der halben
Dicke.

3) Aufnahme der Spannungsspitzen durch andere Mittel:
In der Holzbautechnik zusätzlichen Nageln und Verkleben
Metallen, Nieten und Falsen.

Berechnung überlappter Verbindungen.

Für die übertragbare Kraft P ist die
Schubspannung τ in der Klebefläche X

$$\tau = a \cdot \lambda_{max} \text{abends} = \frac{P}{B \cdot X} \quad \text{bul. 7 Siemens & Halske.}$$

Die für die Konstruktion wichtigste Kenngröße ist das
Spannungsverhältnis $k = \frac{\sigma}{\sigma_0}$, wobei die mittlere Blechdicke δ
 $\delta = \frac{s_1 + s_2}{2}$ und a die Überlappungslänge ist. Die günstigsten
Werte bei einer doppelten Überlappung werden für $k = 15$ bei
facher Überlappung für k ungefähr 16 erreicht. (Die Formel
 $k = \frac{a}{\delta}$ gilt nur für a grösser 25mm). Die Zugschwelle
beträgt 33% der statischen Festigkeit.

Verkleben von Metallen.

Unter Metallverklebung versteht man das Verkleben der Metalle
unter sich oder mit anderen Werkstoffen. Es ist eine Vorbereitung
der Werkstoffe erforderlich. Klebeflächen müssen so eben sein,
dass eine Klebfugendicke von 0,1mm möglich ist. Die Oberfläche
muss unbedingt vollkommen fettfrei gemacht werden. Gründliche
Waschen mit Benzol ist unerlässlich. Leichtmetalle sind nach dem
Ling-Kraus-Verfahren zu behandeln (Erzeugung gleichmässiger polar
angestaut). Zur chemischen Verbehandlung soll eine mechanische
Arbeitung durch Anfräsen folgen, die für Eisen und Buntmetalle
ausreichend, für Leichtmetall zweckmäßig erscheint. Leichtmetalle

Abschleifzähne oder Sandstrahlen mit sehr feinem Quarzsand liefern eine gleichmässige Oberflächenbeschaffenheit.

Die Klebeflächen müssen gut aufeinander passen und bis zum Abziehen des des Klebstoffes satt anliegen (Spannverrichtungen).

Derer Druck ist bei "Plastikator 32" und "Podus" erforderlich.

Aluminium und Aluminiumverklebung: Werkstoffe werden durch die Einwirkung der Härtingstemperatur ungünstig beeinflusst. Bei vergütbaren Legierungen Härting bei möglichst tiefen Temperaturen durchführen. Bei vergütbaren Legierungen ist Leichtmetall zu wählen, dass Vergütung und Aushärtung kombiniert wird. (z.B. Verwendung von AM-L statt Anticherodal A das halbharte Anticherodal B nehmen).

Vertikale verschiedenartiger Metalleinsätze treten bei der Abkühlung der Härtingstemperatur der Aufrautstemperatur Spannungen auf, die umso grösser, je grösser die Differenz der Ausdehnungskoeffizienten der Metalle. Daraus folgt: Die Verbindungsfläche darf nur so gross sein, dass die auftretenden Spannungen Haftfestigkeit innerhalb der zulässigen Grenzen beeinträchtigen. Aushärtung des Bindemittels an unterer Temperaturgrenze durchführen. Bei Schraubverbindungen ist das Konstruktionsteil mit dem grössten Ausdehnungskoeffizienten aussen anzurufen.

Metall-Glas bzw. Keramik-Verklebungen.

Die Differenz der Ausdehnungskoeffizienten ist hier noch beträchtlicher. Man kann, dass Glas und Keramik geringere Festigkeit bei hohen und weichten Verformung ertragen können. Möglichst haft-härtenden Klebstoff verwenden. Wenn Heisshärtter unumgänglich, Klebefugen recht breit machen und Bindemittel mit Füllstoffen vermengen.

Metall-Mais-Verklebungen. Damit bei Verwendung von heisshärtenden Klebstoffen das Mais nicht zu sehr durch die Aushärtungstemperatur

in Kleidenschaft gesogen wird, verklebt man zunächst Holzfurnier mit dem Metall. Das Furnier kann dann mit dem Holzkleim mit der Holzkonstruktion verbunden werden. Metall-Gummi-Verklebung: Bei Verklebungen mit Rohr und Harzen muss die Gummidoberfläche vorher durch Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure gehärtet (cyclisiert) werden. Dies ist jedoch durch die Verwendung von konzentrierten Säuren nicht ideal. Gute Resultate wurden durch die Anwendung von Urethanen erzielt. Außerdem wurden auf Kautschuk-Basis verschiedene isomerisierte, cyclisierte und chlorierte Derivate des Butadien entwickelt, die zeitweise zur Metallverklebung eingesetzt wurden. Hauptzählig jedoch nur Verbindung von Kautschuk-Metall Verwendung finden. Früher war es erforderlich, Metalle, z.B. mit Messing zu plattieren um eine Haftung des Metall und Guami zu erreichen, der anschließend in alkyliert wurde.

Kunststoffverklebungen

Phenolharzverklebungen mit Kunststoffen

Es seien noch einige wichtige Metallkleber aufgeführt. Phenolharze aus Kautschuk bzw. dessen Derivaten mit härtbaren Gruppen insbesondere Phenolharze sind insbesondere für Metallkleber von grosser Wichtigkeit. Erwähnt seien: "Cycleweld" (für Leichtmetallverklebung in der Luftfahrttechnik), "Cyclo", "Flibond", "Metabond", "Ranite", Plastikator 32 (Hartfaserweiss) ist ein niedrig polymeres Butadienpolymerat, das bei Zusatz von Schwefel bei Temperaturen von etwa 130° (ca. 20 kg/cm²) vulkanisiert wird. Auf Polyisocyanatbasis Produkte haben besondere Bedeutung auch bei Metallverklebung erlangt. Man verwendet hier Desmodur X (Diphenyltricarbonyl) allein oder Diisocyanat-Polyester (Desmodur).

phen-Kombinationen) d.h. Polyurethane. Diese sind auch in den Nason Polystyrolleime und Desackell in den Handel gebracht. Sie erhält gute Festigkeit, gute Biegsamkeit, ausges. hohe Temperaturbeständigkeit und kann bestimmte Typpen auch bei Raumtemperatur aushärtet. Auch bei der Verarbeitung haben sie eine ungewöhnliche physiologische Wirkung.

Mit "Redur" und dem gleichartigen "Ardur" werden bessere Haftfestigkeiten erzielt. Auf die gereinigten Oberflächen wird zunächst ein flüssiges Phenolharz aufgetragen und anschließend ein Pulver in Polyvinylacetatpulver gebracht bzw. damit bestrichene bereiteten Flächen werden aufeinandergelegt und bei 100° unter einem Druck von 5-20 kg/cm² ausgehärtet.

Die Epoxydharze zeigen bei Leichtmetallverklebungen höhere Festigkeiten, während die Hartmetallverklebungen der sogenannten Redur-Verfahren hergestellten überlegen sind. Einige Epoxydharztypen (verlässliche Nason der Akademie der Wissenschaften, Heisshärtende Epoxydharze: AK-1 (Härter-beigemischt), AK-2 (Härter AH-7) flüssig, auf Klebeflächen aufstreuen und schnell sehr verdunsten muss.

Die optimalen Aushärtungsbedingungen liegen bei 100° und einer Stunden Härzungsdauer.

Kalthärtende Epoxydharze: AK-3 H (Härter AH-3 oder AH-6), (mittelviskos) auf Klebeflächen aufstreichen.

AK-4 (Härter AH-9 oder AH-6), flüssig (niedrig viskos) auf Klebeflächen aufstreichen. Hart enthält Lösungsmittel. Weniger als 10% Werkstoffteil muss perös sein.

Aushärtungszeit bei 20° zwei Tage, bei 100° nur eine Stunde. Bei 100° wird eine bessere Festigkeit erzielt. Besonders Druck-

dung ist bei Spiegelharzen nicht erforderlich.

Verkleben von Glas

Glasklebstoffe werden allgemein "Kitte" genannt. Diese Kitte dienen außer zum Verkleben von Glassiegeln noch zur Verklebung optischer Linsen und anderer Verbundgläser sowie Sicherheitsglas. Die optischen Eigenschaften der verwendeten Kitte sind hier besonders wichtig. Lichtdurchlässigkeit und Brechungsvermögen müssen bei der Linsenherstellung oder der Linsengläser vollkommen gleich sein. Vor dem Aufkommen synthetischer Harze wurde Asphalt-Balsam benutzt. Bessere Resultate erzielt man mit α -Butylmethacrylat, besonders wenn man hydrierte Harzester als Weichmacher zusetzt. Auch Polyacrylschäxyimethylacrylat ist für optische Anwendungen geeignet. Verschiedene Polyesterharze geben Aussetzerverbindungen (geeignet zum Verkleben von Linsen und Prismen).

Bei der Herstellung von Sicherheitsglas werden auf eine Zwischenlage aus Zelluloseacetat beiderseitig Glasscheiben klebstoffhaft geklebt. Bei Zerstörung der Glasscheibe dürfen die Klebstoffe von der Zwischenlage abfallen. Besonders günstige Eigenschaften zeigen hier Polyvinylbutyroklebstoffe. Die optischen Eigenschaften der Klebstoffe lassen sich durch Kombination mit Harzen und Weichmachern variieren, so dass sich der gewünschte Brechungswinkel einstellen lässt.

Verkleben von Kunststoffen

Thermoplaste gleicher Art verklebt man, indem man die Oberflächen mit einem Lösungsmittel anlöst und dieses dann miteinander bringt. Daneben wird auch das Schweißverfahren oder Heißkleben angewandt, dass darin besteht, die zu verklebenden Stoffe durch Hitze in den plastischen bzw. flüssigen Zustand überzubringen und in diesem Zustand aneinander zu pressen, bis die geschmolzenen Teile durch Abkühlung wieder fest geworden sind.

Bei Verkleben verschiedener Thermoplaste empfiehlt es sich, die Lösung beider Plastwerkstoffe als Klebstoff zu nutzen. Daraufbauend kommt man auf Basis Kautschukderivate aufgebauten Klebstoffen sowie auch Polyvinylacetat-, -butyrol und Polyisobutylen-Klebstoffen. Duroplaste lassen sich mit Epoxidharzen verkleben. Ansonsten eignen sich für Phenoplaste Furan, Resorcien-Phenolharze und für Amineoplaste Harzstoff-, Melamin- und Phenolharzklebstoffe. Polyesterharze flüssig gewordene Polyester und Furan.

Ihnliche Verhältnisse liegen vor bei der Verklebung von imprägnierten Kunstharzen und imprägnierten Hülsen oder aus Harzen hergestellte Schicht- und Verbundkörper.

Verkleben von Holz.

Holzklebstoffe werden allgemein als Leime bezeichnet.

In der Klebung werden die aneinander gepressten Holzteile mit einem Auftrag des Leimes zusammengebracht und unter Pressdruck (Handdruck) gehalten, bis der Leim erstarrt ist.

Die Legenholz-, fllichen bzw. Furnierleime unter Benutzung geheizten Pressen.

Wichtig ist die Beachtung des Feuchtigkeitsgehaltes des Holzes.

Ein Feuchtigkeitsgehalt von 8-12% im Holz ist bei den Leimes- und Verbundharzkleben am günstigsten. Feuchtigkeiten unter 4 und über 12% geben allgemein schlechte Resultate. Eine Ausnahme bildet Resorcinharzleim, der mit starkfeuchten Holz die besten Scherwerte liefert.

Für das Verkleben von Holz steht eine grosse Zahl von Leimen zur Verfügung. Einige Beispiele: Glastinkleime finden - da nicht so fest - nur im Möbelbau Verwendung. Kassinkleime sind nicht widerstandsfähig gegenüber Feuchtigkeit und kommen als Konstruktionsleime in Frage. Harzstoffharzleim dient als Fugen- und Furnierleim und Konstruktionsleim. Er versprödet leicht.

- 9 -

Melaminharzkleim ist in seinen Eigenschaften dem Harzkleim ähnlich, gibt darüber hinaus Koch- und tropenfeste Leistung. Phenolharzkleim zählt zu den hochwertigsten und hat elastischer als der Harzstoffharzkleim und außerdem Kochfest. Polyacrylharzkleim ist ein ausgesprochener Montagkleim. Seine Bindungsleistung entspricht der des Phenolharzkleimes. Resorcinharzkleim bindet schneller als Phenolharzkleim, den er sonst stark ähnelt.

Verkleben von Papier.

Die Klebstoffsorten bezeichnet man als Laine und Kleister, die diesen zum Verkleben von Papier, Pappe und Karton. Einige Klebstofftypen: Pflanzenkleine (Kleister) sind die häufigsten in der papierverarbeitenden Industrie benutzten Klebstoffe, die mit aus Kartoffelstärke hergestellt werden (Tapeten, Klebeband usw.). Für Buchbinderarbeiten werden Getreidemehlkleister benutzt. Der Korn mit geringem Abbaugrad geben weisse Fäden, die einen Halt und die Gummier- und Stikettenkleime Verwendung finden. Isobutylketon kommen als Trockenkleber in den Handel und werden verwendet als Tapetenkleister und Stikettenkleime. Polyvinylchloratkleber werden dort benutzt, wo es auf wasserfeste Verklebungen kommt.

Allgemeine Übersicht über Epoxidkleharze

Von dem Laboratorium für Kunststoffe wurden die in Tabelle 1 genannten heißhärtenden und die in Tabelle 2 genannten kalt- bzw. warmhärtenden Epoxidkleharze entwickelt.

1. Heißhärtende Epoxidkleharze

Heißhärtende Epoxidkleharze werden bei Temperaturen von 130 bis 200° C (in Ausnahmefällen bis zu 280° C) gehärtet. Die Härtungszeit richtet sich nach der Härtungstemperatur und beträgt mindestens 13 Std. bis 30 min (über 200° C 18 bis 7 min). Die besten Festigkeitswerte erhält man bei 180° C in etwa 3 Std.

Mit heißhärtenden Epoxidharzen erhält man ausgezeichnete Festigkeitswerte bei guter Warmfestigkeit. (Siehe Tabelle 1)

2. Kalt- bzw. warmhärtende Epoxidkleharze

Die sogenannten kalthärtenden Epoxidharze können zwar bei Raumtemperatur (20° C) ausgehärtet werden, man erzielt jedoch bei Härtungstemperaturen von 60 bis 100° C neben einer erheblichen Verkürzung der Härtungszeit (bei 20° C 2 Tage, bei 100° C 1 Std.) eine wesentliche Erhöhung der Festigkeitswerte und Verbesserung der Warmfestigkeit. Die Werte der heißhärtenden Kleharze werden jedoch nicht erreicht (siehe Tabelle 2).

Bei den Typen AK-10, AK-12 und AK-30 sowie bestimmten Spezialausstellungen von AK-3 N (z. B. solche, die einen plastischen Klebefilm ergeben) handelt es sich um neue Versuchspräparate, die die im Augenblick lediglich orientierende Ergebnisse zeigen. Weitere umfangreiche Eigenschaftsuntersuchungen werden durchgeführt. Nähere Einzelheiten sind den Verarbeitungsvorschriften für die einzelnen Epoxidharze zu entnehmen.

Zusätzlichen Informationen über Epoxydharze werden die folgenden Veröffentlichungen unserer Mitarbeiter empfohlen:

- (1) H. Jahn: "Aufbau, Eigenschaften und Anwendung von Epoxydharzen"
Plaste und Kautschuk (Berlin) 1 (1954)
50 - 55 und 83 - 96

- (2) H. Jahn: "Epoxydharze in der Technik"
Die Technik (Berlin) Messeonderheft 1954.
157 - 160

- (3) W. Schäfer und E. Frischbier (Zentralinstitut für Schweißtechnik, Halle): "Das Kleber von Metallen"
Plaste und Kautschuk (Berlin) 2 (1955) 28 - 33

- (4) W. Schäfer und H. Jahn: "Metallverklebung mit Epoxydharzen"
Plaste und Kautschuk (Berlin) 2 (1955) 52 - 58
und 84 - 85

- (5) H. Jahn und W. Schäfer: "Gießharze auf Basis von Epoxydpolyäthern", Plaste und Kautschuk (Berlin) 2 (1955) 224 - 230 und 252 - 255

- (6) W. Schäfer und H. Jahn: "Beseitigen von Gussfehlern mit Epoxydharzen", Plaste und Kautschuk (Berlin) 2 (April 1956) im Druck

- (7) H. Jahn und W. Schäfer: "Epoxydgießharze als Elektroisolierwerkstoff und Konstruktionsmaterial"
Deutsche Elektrotechnik (Berlin) 10 (Mai 1956)
im Druck

- (8) W. Schäfer und H. Jahn: "Einsatz von Epoxydharzen in der Klebetechnik",
Fertigungstechnik 6 (Mai/Juni 1956) im Druck

- (9) W. Schäfer und H. Jahn: "Anwendung von Epoxydklebharzen in der Elektrotechnik",
Deutsche Elektrotechnik 10 (1956) in Vorbereitung

Weitere Arbeiten, die neue Erkenntnisse und Angaben über Epoxydharze enthalten, werden von den Mitarbeitern des Laboratoriums für Kunststoffe in der Zeitschrift "Plaste und Kautschuk", (VER Verlag Technik, Berlin) erscheinen. Wir empfehlen, diese Zeitschrift zu abonnieren.

Deutsche Akademie der Wissenschaften
zu Berlin
Laboratorium für Kunststoffe
Berlin-Adlershof
An der Rüdower Chaussee

Postanschrift: Berlin 0 17, Postschließfach 134 A
Telegrammanskript: Kunststofflabor Berlin

Re-Nr. 291/56

Tabelle 1**Kleifärtende Epoxydkleharze****E p o x y d h a r z**

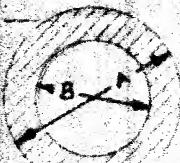
	<u>AK-1</u>	<u>AK-2</u>	<u>AK-10</u>	<u>AK-12</u>
Beschaffenheit Pulver (Viskosität)	Pulver (fest)	flüssig (niedrig- viskos)	Pulver (fest)	Film (fest)
Farbe	farblos bis braunlich	farblos bis braunlich	silber- glänzend	braunlich
Müllstoffe	-	-	metalli.	Papier
Lösungsmittel	-	enthalt Lö- sungsmittel	-	-
Lagerfähigkeit mind. 2 Jahre	mind. 2 Jahre	mind. 1 Jahr	mind. 2 Jahre	mind. 2 Jahre
Härter	bereits beige- mischt (AH-3)	AH-2 (Lösung)	bereits beigem. (AH-3)	bereits beigem. (AH-3)
Gebrauchsduer mind. 2 Jahre z. Härter- Mischung	mind. 2 Jahre	mind. 1 Monat	mind. 2 Jahre	mind. 2 Jahre
Auftrag	Aufstreuen und schmelzen, flammspritzen auf kaltes Werkstück	Streichen, Spritzen, Tau- chen, Walzen	wie AK-1	Auflegen
Klebefilmdicke	0,05 bis 0,15	0,05 bis 0,15	0,05-0,15	0,05 od. mehrere Lagen
Verbinden	Zusammenfügen d. Teile nach Aufschmelzen d. Harzes bei 130 - 150° C	nach Vortrock- nen (z.B. 30 min bei 100° C) bei 20° C oder bei 130° C	wie AK-1	im allg. bei 20° C
Verwendung	Verkleben von Metallen m. aus- gezeichneter Festigkeit, auch für Por- zellanyerkle- bungen geeig- net	Blechpakte (Dynamo-, Trans- formatoren-Mu- Metall-Blechpa- kte) Eindenit- tel für pulver- förmige Materia- lien (Schleif- körper, Karbonyl- eisenkerne)	wie AK-1	großflä- chige Ver- klebungen (Preßdruck erforderlich)

	AK-3	AK-3 N	AK-4	AK-50
Beschaffenheit	flüssig (hochviskos)	flüssig (mittelviskos)	flüssig (niedrigviskos)	Paste
Farbe	bräunlich	bräunlich	bräunlich	in gedachten Farben beliebig anfärbar
Füllstoffe	-	(Füllstoffe können nach Wunsch beige-mischt werden)	-	enthält mineral. od. metall. Füllstoffe
Lösungsmittel	lösungsmittel- frei (enthält reaktionsfähige Verdünnungs-mittel)	wie AK-3	enthält flüchtige Lösungsmittel	wie AK-3
Lagerfähigkeit	mind. 1/2 Jahr	mind. 1/2 Jahr	mind. 1 Jahr	mind. 1/2 Jahr
Härter	AH-5 oder AH-6	AH-5 oder AH-6	AH-5 oder AH-6	AH-5 od. AH-6
Gebrauchsdauer	45 - 60 min.	60 - 90 min.	90-120 min. nach Verdünnen 180 bis 240min.	etwa 60 min.
Auftrag	bei 20° C mit Spatel	bei 20° C mit Spatel, Pinsel wie AK-S N durch Tauchen Walzen	bei 20° C mit Spritzpistole	bei 20° C u. Spatel (evtl. Hochdruckpistole)
Klebefilmdicke	0,05 - 0,2 mm	0,05 - 0,1 mm (nach Zusatz v. Füllstoffen 0,5 - 2 mm)	0,05 - 0,1 mm als Fugenfüller der Raut. 3 mm u. mehr	0,05-0,1 mm als Fugenfüller der Raut. 3 mm u. mehr
Verbinden	bei 20° C sofort nach Auftrag	bei 20° C sofort nach Auftrag (vorher 15-30 min bei 20° C vortrock.)	bei 20° C (vorher 15-30 min bei 20° C vortrock.)	bei 20° C sofort nach Auftrag
Verwendung	Verbinden von Metallen oder Nichtmetallen	Verbinden von Metallen oder v. Werkstoffen, von denen einer porös sein muß. Imprägnieren	Verbinden von Metallen u. Nichtmetallen insb. gehärteten Kunststoffen. Ausfüllen von Hohlkehlen, z.B. Gußkern, Füllung glatter Oberflächen	Verbinden von Metallen u. Nichtmetallen insb. gehärteten Kunststoffen. Ausfüllen von Hohlkehlen, z.B. Gußkern, Füllung glatter Oberflächen

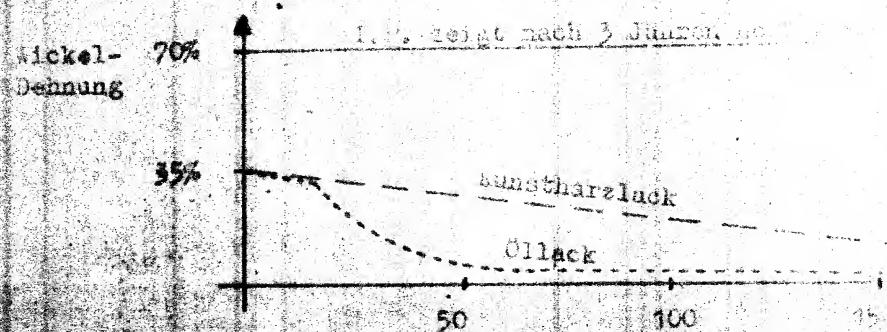
Blatt 1 Referat von Ing. Seidel, Hettstedt (V)

4 Jahre Isoperlon

Der Mangel an Kunstharsen zwang zur Verwendung von der Isolation von Kabeln und Drähten. Daraufhin kam eine Ausschüssequote von 24%. Man suchte nach besseren und fand das Isoperlon ; die Ausschüssequote sank auf 0,5% herab. Bei Prüfung nach DIN 46 455 weist Isoperlon eine optimale Schlag- und Haftfestigkeit auf und wird im Maschinenbau verwendet. Für den Trafobau würden Dickenzunahme von 200μ haben. Eine Isolationsdicke von 200μ bedingt aber gleichzeitig eine Zunahme der Spannungsfestigkeit, Alu-Oxyd hat keinen verschödender



$\frac{B}{A}$ = Wickeldehnung nach DIN 46 455
B ist der Ø des blanken Drahtes.
A ist der Ø des drähtes einschließlich Isolierung.
Aus der nachfolgenden Darstellung geht deutlich hervor, dass Isoperlon in bezug auf die Wickeldehnung den bisherigen Kunstharzlacken außerordentlich überlegen ist.



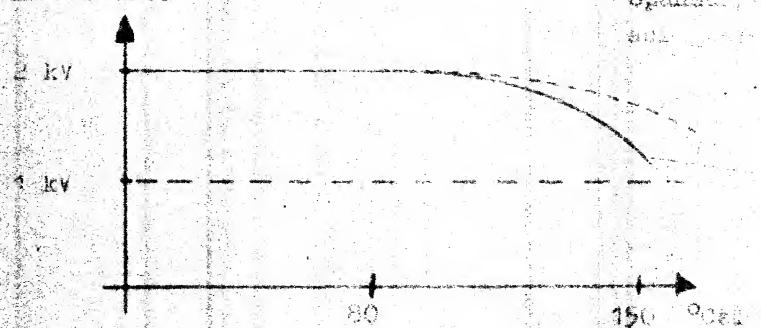
Bei einer Spannungsprobe nach DIN 46455 weist Isoperlon eine Spannungsfestigkeit von $30-42$ Volt/ μ auf. Diese nimmt ab mit der Dehnung des Drahtes wie folgt :

Bei 10% Dehnung haben wir 5% Einbuße an Spannungsfestigkeit.
" 20% " " " 35% " " "



Blatt 2

und bei 30% Feuchtigkeit haben wir 75% Durchschlag. Aus der nächsten Darstellung ist ersichtlich, wie die Spannungsfestigkeit von U.P.-Gummidraht bei höheren Temperaturen verhält.



führt man dies mit Tränklack bei höherer Temperatur aus, so ergeben sich andere Werte. Bei Verwendung von 37% Feuchtigkeit und einer Temperatur von 20°C erfolgt ein Durchschlag nach 4 Std. Bei 70% Feuchtigkeit und 110°C bis 120°C herunter, so dass der Durchschlag erst nach 1 Std. Ries wäre die normale Praxis. Es folgen nun weitere Prüfungs- und Versuchsergebnisse. Die Kurve H bei der Beurteilung der Reaktionshärte gibt zu vermerken, daß beim U.P. bei Lagerung im Futter kein Härterückgang zu beobachten war. In Betriebsversuchen Schwellung ein. Spiritus präpariert, so daß es darf. Bei 100°C , 1000 Std., 70°C keine Veränderung, ein. Bei Lagerung bei 70% Feuchtigkeit ist ein Härterückgang von 5% bei Wasserabspaltung zu beobachten.

M - Drahte. Auch bei diesen Drähten ist der Durchschlag vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängig. Er kann von $2800 \mu\Omega$ um 30% absinken, in der M.M. ist er nicht so stark, da sich der $\tan \Delta$ ($10 \cdot 10^{-4}$) laufend verändert. Das Verhalten seines Verhaltens bei Kälte ergibt sich, daß ein durchgeschlagener Draht nach Abkühlung auf -50°C noch nach 5 Tagen erneut durch-

Blatt 3

Trocknung:

Die Isolation dünner Drähte wird horizontal gestreckt, während dicker Drähte dagegen vertikal gestreckt werden, wobei 1 Draht 10 mal durch das Isolationsbad hindurch geht.

In Februar 1938 hatte das Herkstädter Werk einige Schwierigkeiten dadurch bestanden, daß die Umstellung von der Laboreinführung der Herstellung zur Großproduktion nicht gleich klappte. Erst später wurde die Fehler erst später von den Kunden selber bemerkt. Auf die Blätterung des L.P.-Leckdraht ab, und zwar erst später, als der Kupferdrähte schon teilweise verwandt wurde.

In 2. Halbjahr 1935 trat ein entsprechender Fehler auf bei Leckdraht aus Kupfer. Es waren im Draht Überzündungen von zwei verschiedenen Kupferstellen enthalten. Hieraus bildeten sich später in 1. bis 3. Stellung, die dann aufplatzen. Hierfür gibt es verschiedene Gründe:

1. Eine Ursache liegt in der geringen Verarbeitungsmenge des Drahtes.
2. Ungleichmäßige Temperatur (zu warm vergessen) beim Transport.
3. Ungleichmäßiges Gewicht der Barren.
4. Blockierung von Kuperoxidul.
5. Durch Temperaturschwankungen in den Trockenküpfen kann die Temperatur sinken. So gibt dann Drahte, welche zwar äußerlich gut aussehen, aber später den sogenannten kalten Bruch haben. Wickele man diesen Draht um sich selber, so tritt ein starker Bruch auf. Die Isolationsstemperatur muß unbedingt erreicht werden. Ein Temperaturunterschied von ~~100~~ 100°C ist zuviel.

Aber auch eine zu niedrige Temperatur verhindert die Zündung. Dies wird durch die Temperaturschwankung bestätigt. Wenn bei bemerkte, daß Vierkantdrähte zu leicht zu beschädigen angesehen werden kann, so darf dies nicht vorkommen, weil es eine Betriebsstörung

Blatt 4

bis zu 160° Cel aufwiesen. Über die Spz. in dieser
würde nichts gesagt.

Die Schlagfestigkeit von I.P. ist erstaunlich gut. Man kann
glaube auf der letzten Leipziger Messe⁽¹⁹⁵¹⁾ einen Draht verankern
und dann eine Straßenbahn darüber fahren lassen. Die Isolation
hinterher noch unbeschädigt.

Bei Motoren mit großer Fliehkraft schwingen die Wickelköpfe
einige Millimeter hin und her. Hier ist es besser, die Wickel-
köpfe zu unterstützen.

Über die Wirtschaftlichkeit ist noch abschließend zu sagen.
Verwendung von Isoperlonlacken den Verbrauch von Aluminium
bedeutend erleichtert und mit dazu beiträgt, Kupfer einzusparen.

Kleben von Metallen

Ursachen für Festigkeit

Festigkeit mit einer Klebeverbindung durch

a) Kohäsion (mech. Festigkeit des Bindemittels in sich)

b) Adhäsion (Bindefähigkeit zwischen Bindemittel u.

Bei Holz (porös) Bindemittel in Poren u. dort mech. verank.

bild). Dies ist bei nicht-porösen Stoffen (Metallen) nicht

In Grenzzone Bindemittel - Metall noch andere Kräfte (van

Kräfte)/genügen, um gemessene Festigkeiten zu erklären.

Von der Wechselwirkungskräfte

Adhäsion

Allgemein das gegenseitige Haften von Molekülen an Phasengrenzen

infolge zwischenmolekularer Anziehungskräfte z.B. Adsorption

Molekülen an Grenzflächen /Haften von Flüssigkeiten an Festkörpern

(Benetzung).

Freie Adhäsionsenergie (Adhäsions- oder Haftarbeit A_g)

Entspricht dem Arbeitsgewinn beim Zusammenfügen je eines cm

Flüssigkeitsoberfläche mit einer anderen oder mit einer F.

Dabei verschwinden die ursprünglichen Oberflächen / es entsteht eine neue Grenzfläche (verschiedene Phasen, also homogene stoffliche sind voneinander durch Grenzflächen getrennt / An Phasenflächen herrschen gegenüber den Phaseninnern insofern abnormale energetische Verhältnisse, als in ihnen die Moleküle nicht von stoffgleichen Nachbarn umgeben sind. Daher treten besondere Grenzflächenergien auf, die bewirken, dass die Phasengrenzen eine bestimmte Gestalt (Oberflächengestalt) haben).

Haftarbeit:

$$A_g = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot d_{\text{av}}$$

Hierzu ergibt sich A_g bei Flüssigkeiten aus der mebbaren Schub- bzw. Grenzflächenspannung σ . Die Arbeit zum Enthaftungskörper und Benetzender Flüssigkeit im allgemeinen so wie die beim Benetzen freigewordene Adhäsionsenergie. Arbeitlich haften von Klebstoff und Metall A; unterscheidet sich von der Arbeit, weil sich der Klebstoff durch chemische Umwandlung verändert hat. Bei der Benetzung einer Festfläche kann die Haftarbeit

• Kontaktwinkel): Der an der Grundlinie eines Tropfens zwischen Flüssigkeitsoberfläche und der festen Grenzfläche gefüllte Winkel (Wasser/Glas: 0° , Glas/Wax: 140° .)

• spröde Beziehung: Die aus einem sich Kräftegleichgewicht befindenden Youngsche Gleichung darf nicht die Ermittlung der Kraft (Anstreben einer Flüssigkeit, stetig auf festem Flächen zu haften) aus der Oberflächenspannung & der Flüssigkeit und dem

$\cos \theta$

$\sigma_{\text{flüssig}} - \sigma_{\text{fest/flüssig}} = \sigma_{\text{flüss./fest}} \cdot \cos \theta$

ergibt, überlegungen hinweg, dass die Energie beim Kontakt einer Fläche von 1 cm^2 frei wird (Flächenspannung σ). Die Differenz zwischen den verdeckten, interflächenergien fest/flüssig und flüssig/gasförmig und den entsprechenden Grenzflächenfest/flüssig ist folgt

$$\Delta \sigma_{\text{fest/flüssig}} = \sigma_{\text{flüss./fest}} - \sigma_{\text{fest/flüssig}}$$

• Abweichung bei der Gleichung ist mit experimenteller Leistungsfähigkeit und Orientierungsarbeit A .

$$\Delta \sigma_{\text{flüss./fest}} (1 + \cos \theta)$$

• Oberflächenergie = Maß für Größe und Art der Anziehungskräfte zwischen den beiden sich berührenden Flächen und erlaubt Orientierung und Orientierung von Molekülen in Grenzflächen.

• Orientierungskräfte
• Dipolmomente in Atom und Molekül. Schwache Dipole sind dielektrizität (bei Atomen) von Ladungszentrum und Ladungssymbol. Dipolmomente: Entstehen durch freisetzende elektrische Ladung und Verschiebung der einzelnen Atome im Molekül.

• Orientierungskräfte
• Vektor heißt vor allem die Richtung der Bindung.

1) Orientierungskräfte gerichteter Dipolmomentum, herkömmlich gegeben wird durch das Potential

$$U = \frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0 r}$$

r = Abstand der Dipole, ϵ_0 = them. Energie

2) Polarisierbarkeit α : Dipole können in dipollosen Teilchen Momenta induzieren, die der Polarisierbarkeit α proportional sind. Die zugehörige Wechselwirkung:

$$U = \frac{q_1 q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^3}$$

3) Dispersionskräfte röhren davon her, dass Teilchen mit noch dipollosen Molekülen haben die Schwankung mit

der Polarisierbarkeit proportionalen Momenten induziert. Außerdem Verstärkung der Wechselwirkung in Molekülen, in denen ursprünglich welche vorhanden. ν ist für das Teilchen charakteristisch (Ableitung aus Dispersionskurve der Schichten zugehörige mittlere Wechselwirkungsenergie)

$$U = -\frac{4 \pi \rho \nu}{r}$$

Hauptanteil normaler van der Waals'scher Kräfte resultiert aus Dispersion bzw.

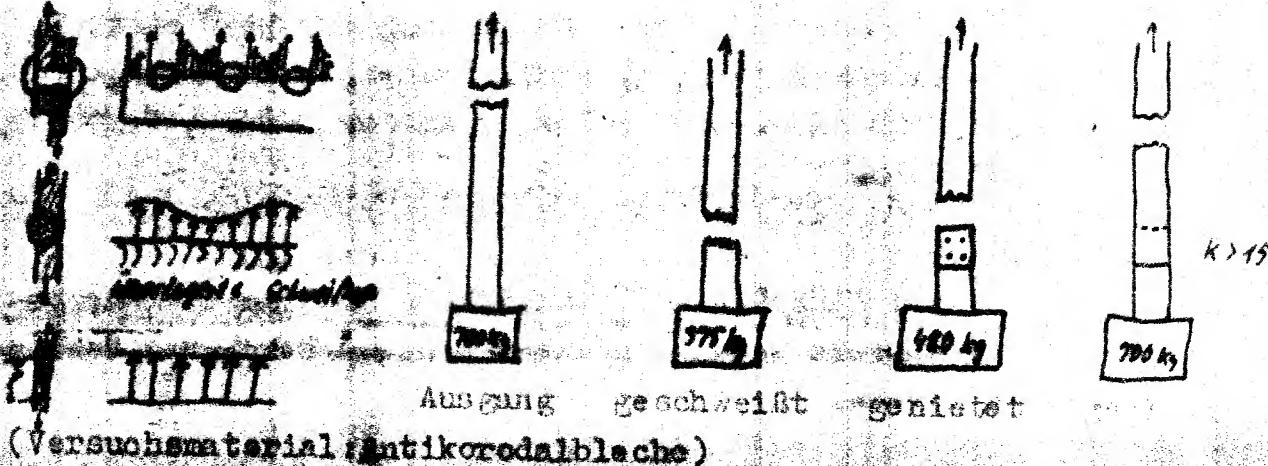
Spezieller Fall der van der Waals'schen Kräfte ist H-Bindung.

Anforderungen an Klebstoffmittel

- a) Verbindungsfläche gut benutzen.
- b) Spannungsfrei austrocknen (geringe Volumenveränderung), (keine Reaktionsprodukte (Blasen, Spannungsspitzen))
- c) Gute Festigkeit in sich.
- d) Hohe Härtfestigkeit an den zu verbindenden Oberflächen.
- e) Mechanische Eigenschaften müssen bei stat. u. dyn. Belastung erhalten bleiben, ebenso bei verschiedenen Temp., bei chem. u. atmosphärischer Belastung.
- f) Darf keinen Anlass zu Korrosionen geben.
- g) Geruchlos, geschmacklos, ungiftig.
- h) Soll einfach verarbeitbar sein.

Eigenschaften der Klebstoffmittel

- a) Vorteilend für Leichtmetalle, doch auch für Eisen, Aluminium, Holz, Porzellan, Granit usw.
- b) Werkstoffgerechte Konstruktion erforderlich: Verbindung unter Zug, Druck u. Abscherung beanspruchen.
- c) Vorteil gegenüber anderen Verbindungen (z.B. Nieten)



sondern (bei manchen Teilen) von der ganzen Fläche aufgezogen.

Ausschnitt nicht durch Nietlöcher geschwächt. Auch Werkstoffe nicht miteinander durch hohe Schweißtemperatur, wie z.B. leichtmetalle, beeinflusst.

Arbeitsverfahren vereinfacht, verkürzt, durch ungelehrte Arbeitskräfte aufführbar.

f) Glatte, aerodyn. einwandfreie, esthetische Oberflächen.

f) Vielseitige Anwendung: Verbindung untereinander von Metall, Nichtmetall, Holz, Kunststoffe, kautschukartige Materialien, Keramik.

Bindemitteltypen

2 Hauptgruppen:

1. Hauptgruppe (auf Basis von Phenolharzen)

- a) Meist mit flüssigen Komponenten modifiziert, Gute Scher- und Schälfestigkeit (bei synthetischem Kautschuk) sowie gute Haftfestigkeit bei Vibrationsbeanspruchung, aber geringe Standfestigkeit bei hohen Temperaturen, Sprödigkeit bei niedrigen Temperaturen.
- b) Mit thermoplast. Kunststoffen vermengt (Vinylmischungen) - sehr gute Scher- und Schälfestigkeit bei guten Härtingstemperaturen. Bekanntester Vertreter Redux. / Während der Härting treten bei beiden Typen Abgespaltenen.

Zur Vermeidung von Blasen, Wärme und Druck notwendig.

Arbeitsverfahren für Redux

(Sehr wichtig im lufttechnischen Flugzeugbau)

Metallische Verbindungsstellen eingesetzt - Picklingprozess (spezieller Itzyprozess usw.): gebeizt, gesäuert - gewaschen. Redux (flüssig) K-Salze tragen - zu Reduxpulver getrocknet - unter Druck von 5 - 20 kp/cm² / 20 Minuten lang auf 145° erhitzt. Dazu nötige Vorrichtungen: Hydraul. Pressen, Vakuumzylinder, Ofenvorrichtung, Vakuumzylinder. Dies alles wegen der grossen Vorteile, aber zu Kauf gekommen.

2. Hauptgruppe

Thoxylinharze, -harze und schmelzbare Harzschmelzharze sowie zu Flüssigkeiten bzw. hochmolekularen Verbindungen vernetzten Harze.

Merkmale für Klebstoffe/Klebefolien

1. Verarbeitungsmöglichkeiten

2. Verarbeitung

3. Art. Numm. DIN 16920:

- A 2.1 Klebefolien
- 2 Klebefasergittern
- 3 Klebefolien
- A 3 Klebefolien Klebstoff (Klebe)

- A 3.1 feste Klebst. (Selbstklebef.) nicht härtend
- 2 " " kalthärtend
- 3 " " warnheiß-

4. Handel (Artikel-Nr. DIN 16920):

5. Merkmale

Gest. Optik, Fliesen, Hörner, seiden, mattha) / mittartig / dauerhaftig / elastisch. Viskosität ... cf/*E/Sek.DIN-Becher

6. Werkstoffe

Mittstoffe	... %
Stärke/Zellulose	... %
Cell. Pflanzengehalt	... %

7. Merkmale der Klebefolien

Dicke ... mm
gewicht ... g/cm²
gewicht, unverarbeitet, unverarbeitet nach Witterungszeit,
gewichtlich
gewichtlich / trennbar
gewichtlich n. ABB 728
unbedenklich

8. Merkmale der Klebefolien

gewichtlich / vor Gebrauch zu ...
gewicht ... bei ... °C unter Böhren
gewicht ... bei ... °C unter Böhren
gewicht ... bei ... °C unter Böhren

9. Merkmale der Klebefolien

gewicht in geklebefertigem Zustand ... cf/*E/Sek.DIN-B.
gewicht / dichtl./dihrl./pastös/streichbar/spritzbar
gewicht / gewicht nass ... mm / ... kg/m²
gewicht / trocken ... mm / ... "
gewicht ... Std./Min.
gewicht ... g
gewicht ... kg/cm²
gewicht ... kg/cm²

10. Merkmale der Klebefolien

gewicht ... hart - - weich -
spröde - biegsam (flexibel) - schmeich/strichlich
selbstklebend - degerklebend

Beständig gegen:

Feuchtigkeit / Wasser / Kochen / Bewitterung / Alterung /
 Schimmel / Tropenklima /
 Lösungsmittel / Alkohol / Äther / Aceton / Athylacetat /
 Tetrachlorkohlenstoff / Benzol / Benzin / Dieselöl /
 tier. und pflanzl. Fette und Öle /
 verd. / konz. Mineralsäure / verd. / konz. Laugen / Ammonium
 wärmebeständig kurzfristig bis °C
 dauernd bis "
 kältebeständig bis "

11. Verklebungsfestigkeit:**Zugfestigkeit****Trennfestigkeit****12. Geeignet zum Verkleben / Verbinden von / haften auf:**

Papier, Pappe
 Holz
 Baumwoll- / Wolltextilien, Filz
 Leder
 Gummi, hart od. füllstoffreich
 Perokrepp
 Gummi, weich u. füllstoffarm
 Schaugummi
 PVC hart
 " weich
 Polystylen / Polypropylen
 Polystyrol
 Polymethacrylatesuremethylester
 (Plexiglas, Diacryl)
 Celluloid
 Cellulosetriazetat (Cellit R)
 Celluloseester, sonstig
 Polyester, lineare
 " ungesättigte

Polyurethane (Vulkollan,
 Moltopren)
 Polysaïd
 Cellophane (gewöhnl.)
 Vulkanfiber
 Phenoplaste (preßbar)
 Andenplaste ("")
 Epoxidharzharze
 Glas / Porzellan
 Stein / Beton
 Aluminium / Al., Cu, Ag
 Grauguss
 Stahl
 " , hochlegiert
 Kupfer und Legierungen
 Edelmetall

13. Sonstige Bemerkungen:**14. Anerkennungen:**

Es wird gebeten, die je nach Art des Klebers, Kitts usw. an kommenden Begriffe zu unterstreichen bzw. Nichtzutreffendes zu streichen und die Zahlenwerte einzutragen.

Unter 4. Basis ist mindestens das Haupthindemittel anzugeben.
 Starke, Harstoffharz, Nitrocellulose, Kautschuk, synthetischer Kautschuk usw.

Die Angaben über die Eignung des Klebeproduktes für den Verbraucher als mehr oder weniger unverbindlich betrachtet, da besonders beim Verkleben verschiedener Materialien mitunter häufig zusätzliche Anforderungen gestellt werden, die im Karteiblatt nicht erfaßt werden können.

Kleinste zulässige Eigenschaften: gut leitend - nicht/schwach/gut isolierend
elektrisch hochwertig.

Bereitschaftszeit:

Feuchtigkeit - Wasser - Seewasser - Kochen - Bewitterung
Ätzung - Schlamme - Tropentinte -
Lösungsmittel - Alkohol - Äther - Aceton - Athylacetat -
Tetrachlorkohlenstoff - Benzol - Benzin - Dieselöl -
Schwefelkohlenstoff - Kältemittel - tier. und pflanzl. Öle -
verd. / konz. Mineralssäuren - verd. / konz. Laugen -
Ammoniak - organische Säuren

wärmeständig kurzfristig bis °C, dauernd bis °C
kältebeständig bis °C

13) Verklebungsfestigkeit:

Zugfestigkeit	{ nach }: kp/cm ²
Zugscherfestigk.	{ " }: "
Biegeschärfestigk.	{ " }: kp/cm
Trennfestigkeit	{ " }: "
Dauerfestigkeit	{ " }:

14) Geeignet zum Verkleben von ⁴⁾:

Papier, Pappe, Holz	.. Polyamid
Baumwolle-/Wolltextilien, Filz	.. Cellophan (gewöhnl./wetterfest)
Leder	.. Vulkanfiber
Gummi, hart od. füllstoffreich	.. Phenoplaste (preßblank/rawh)
Weich-/Schaumgummi, Porokrepp	.. Aminoplaste (" ")
PVC hart	.. Epoxydharzteile
PVC weich	.. Glas / Porzellan
Polyäthylen/Polypropylen	.. Stein / Beton
Polystyrol	.. Aluminium / Alum.-Legie
Polymethacrylsäuremethylester (Plexiglas, Piacryl)	.. Magnesium-Legierungen
Celluloid	.. Grauguß
Celluloseacetat (Cellit T)	.. Stahl
Celluloseester sonstig	.. " hochlegiert
Polyurethane (Vulkollan, Moltopran)	.. Kupfer u. Kupferlegierungen
Spezielle Anwendungsbereiche:	.. Edelmetalle
	.. sonstige Metalle

15) Zusätzliche Bemerkungen:

Anmerkungen:

- 1) Ausgearbeitet vom FA Klebetechnik der KdF 1957
- 2) Es wird gebeten, die infrage kommenden Begriffe deutlich zu kennzeichnen bzw. die Zahlenwerte gut lesbar einzutragen.
- 3) Kennzeichnung des ungefähren Beständigkeitgrades:
beständig durch Unterstreichen, bedingt beständig durch
Einklammern (), nicht beständig durch Durchstreichen --
- 4) Kennzeichnung des Grades der Haftung:
0 = keine Haftung, 1 mäßige Haftung, 2 = gute Haftung,
3 = sehr gute Haftung.
Die Angaben des Punktes 14 müssen seitens der Verbraucher als mehr
oder weniger unverbindlich betrachtet werden, da besonders beim
Verkleben verschiedener Materialien miteinander häufig zusätzliche
Anforderungen gestellt werden, die hier nicht erfaßt werden
können.

... ein Muster von Kettensicherungsverbindungen

an das CSD.

Um Ihnen einen kleinen Teil des Inhalt meines Vortrages zu

leben, habe ich Ihnen folgende Abschnitte gegeben:

1/ die Anwendung der Kettensicherungsverbindungen

2/ die Anwendung der Kettensicherungsverbindungen

3/ die Anwendung

4/ die Anwendung

5/ Anwendung der Kettensicherungsverbindungen im Filmbever-

und hierzu einige Hinweise. Die Anwendung der Kettensicherungsverbindungen des-
halb nicht auf solchen Materialien wie Holz, um meiden.
Hierbei ist zu beachten, dass es sich nicht um solchen
Materialien handelt, die leicht verbranbar sind, sondern es handelt sich auf
Metall, Kunststoffe und dergleichen. Es kann nicht auf Holz, Kunst-
stoffen und dergleichen angewendet werden, da es sonst von Metall-
klebstoffen verunreinigt wird und es den Film beschädigen wird.

Der Abstand zwischen den Klebstoffen muss so gewogen aufs Nötig-
ste, damit es nicht zu einer Verunreinigung kommt, wie erwähnt.

Anwendung der Kettensicherungsverbindungen ins Auge
gefasst. Hierbei ist zu beachten, dass es sich nicht um Metalle mit hohem Rückstoß, wie
z.B. Eisen, Stahl, Holz, Glas, und dergleichen handelt und in der
Gesamtheit nicht auf solchen Materialien anzuwenden. Hierbei ist zu beachten, dass es kein Metall - Metall -
Verbindungen geben darf, da es nicht das Haupt-
ziel ist, dass es eine Verbindung geben darf. Überhaupt tschechoslowaki-
sche Materialien sind sehr empfindlich und deren Eigenschaften werden ich dann,
wie es in dem Vortrag steht, auch auf meine Materialien haben, sowie
auf die Materialien, die ich benutzt habe. Ich habe die Verkle-
bung der Materialien mit den Klebstoffen gemacht. Sie erforderten Materialien, die etwas mehr
Zeit benötigen, als die Materialien, die ich benutzt habe.

- 2 -

möglich war. Ich hatte nämlich vorausgesetzt, dass man die den vorgegangenen Vorträgen ausführlicher besprechen werde. wählte deshalb minder bekannte Beispiele aus.

die in der CSR erzeugten Metallkleharzstoffe.

Gehen wir zuerst auf die tschechoslowakische Metallkleharzstoffe ein. Für die Verbindung von Metallen finden in der CSR Anwendung Klebstoffe auf Basis von phenolischen und Epoxidharzen, ferner auch Methacrylsäureester. Von grösster Wichtigkeit sind Epoxyharz-Klebstoffe, welche allermeist verwendet werden. Sie decken den Verbrauchsbedarf zu diesem Zwecke mit etwa 95 - 98 %. Vollständigkeitshalber werden aber auch die zwei neben genannten Gruppen erörtert. Gehen wir zuerst auf die phenolischen Kleharzstoffe ein. Von diesen findet vor allem ein mit einem Polyanid modifizierter Klebstoff Verwendung. Es wird bei einer Temperatur von 150 - 160 in 30 - 60 Minuten ausgehärtet. Die Aushärtung erfordert Druck. Die Zugscherfestigkeiten dieser Sorte bewegen sich bei 200 kg/cm². Sie wird als Lösung oder Folie geliefert. Früher wurde auch ein mit Polyvinylformal weichgemachtes Klebmittel, daher Analogie des englischen REDUX-Klemittels, verwendet. Es wurden aber schlimmere Ergebnisse als mit dem vorgenannten mit Polyanid modifizierten Klebstoffe erreicht, von besonderem Nachteil war eine beträchtliche Zerstreuung der Zugscherfestigkeitswerte der Verbindungen, weshalb dessen Erzeugung eingestellt wurde. Auf Basis von Methacrylsäureester wird das Metallklebmittel BM verwendet. Es wird als visköse, klare oder seilbergraue Flüssigkeit geliefert. Es wird mit Zugabe von 1 % Härter verarbeitet. Die Verklebung benötigt einen kleinen elastischen Druck. Der Klebstoff härtet mindestens bei 60°C. Nach der Aushärtung wird der Druck erst nach dem Auskühlen der Klebeverbindung weggenommen, denn das Klebmittel ist thermoplastisch. Mittelwerte der

- 3 -

Zugscherfestigkeit sind 150-200 kg/cm². Das Nachteil dieser Sorte ist deren Thermoplastizität, der Vorteil, daß sie selbst nach der Zugabe des Hartens eine Lebensdauer von mindestens einer Woche hat.

Von den Klebstoffen auf Basis von Epoxidharzen werden mehrere Typen erzeugt und geliefert unter dem Warenzeichen "Upon". Für den Verbraucher sind besonders einladend: eine winzige Schrumpfung bei der Aushartung, der Umstand, daß die Aushärtung keinen Druck benötigt, hervorragende Anhäsion und mechanische Eigenschaften dieser Klebstoffe. Die älteste Sorte der erzeugten Epoxid-Klebstoffe bildet Upon 1001 B, härtbar überhalb 100° C. Es ist ein Analog des schweizerischen Produktes Araldit 1. Es wird geliefert als Pulver, grobe Stücke, als Lösung in einem flüchtigen Lösungsmittel oder als Paste mit einem reaktionsfähigen Lösungsmittel. Nach der Aushärtung gibt es Verbindungen mit hohen Festigkeitswerten. Die Werte der Zugscherfestigkeit bei statischer Beanspruchung bewegen sich zwischen 300-400 kg/cm², bei dynamischer Beanspruchung (10 Mill. Schwingungen) 150 kg/cm². Die Zugfestigkeit beträgt 400 - 600 kg/cm². Es gibt gute Präge-Schälfestigkeitswerte, bei der Ermittlung mittels ASTM-Verfahrens /peeling test/ werden die Ergebnisse um 30% besser als diejenigen bei dem phenolischen mit dem Polyamid weichgemachten Klebstoff. Seine sehr guten dielektrischen Eigenschaften ermöglichen sogar Klebeverbindungen solcher Metalle, wo sonst eine Gefahr der Entstehung eines Elementes vorläge. So z.B. für das Klebstoffes ist $5,7 \times 10^{-3}$ bei 800 Perioden, Dielektrizitätskonstante 3,9; Isolationswiderstand gemessen auf dem Tetrachrometer Richard Jahre $8 \cdot 10^{12} \Omega \cdot cm$, spezifischer Widerstand $2,06 \cdot 10^{15} \Omega \cdot cm$. Die Martens-Formbeständigkeit dieses Klebstoffes ist 205° C, die Wikat-Formbeständigkeit 120° C.

- 4 -

-4-

Eine andere Sorte des Epoxid-Klebstoffs ist Upon 1200 P, eine Sorte härbar bei 20° C. Die Zugspannungswerte der Klebeverbindungen bei dessen Anwendung bei statischer Beanspruchung gehen über 200 kg/cm² aus; bei dynamischer Beanspruchung wurden 65 kg/cm² ermittelt. In reinem Zustand ausgeharteter Klebstoff hat gute mechanische Eigenschaften. Schlagzähligkeit des eingeharteten Harzes ist 10 kg/cm². Biegefestigkeit 600 - 700 kg/cm², Martens-Festigkeitsbeständigkeit 95% C. Es hat gute chemische Beständigkeit sowie dielektrische Eigenschaften. So z.B. die Durchschlagfestigkeit des Klebstoffes ist 25 kV/mm, Dielektrizitätskonstante 5,5, tg δ 0,02.

Man begann vor einiger Zeit mit der Erzeugung neuerer verbesselter Sorten von Epoxidklebstoffen. Die erste ist kalthärtend. Im Gegensatz zu dem vorgenannten Upon 1200 P besitzt sie eine niedrigere Viskosität und erhöhte Martens-Festigkeitsbeständigkeit /80° C/. Die zweite ist warmhärtend und wird von dem Upon 1001 B durch eigentlich erhöhte, ungefähr 2 1/2 × größere Brüge-Schaffestigkeit unterschieden. Für kalthärtende Sorten wurde eine neue Harterartxx entwickelt mit größerer Aktivationsenergie der Reaktion mit der Epoxid-Gruppe. Die mit diesem Harter kombinierten Klebstoffe besitzen eine wesentlich längere Lebensdauer bei 20° C.

Prüfverfahren zum Bewertung der Metallklebstoffe

Ursprünglich wurde bei den tschechoslowakischen Klebstoffen nur die Zugspannungswerte bei statischer und dynamischer Beanspruchung, die Zugfestigkeit und Wärmestabilität verfolgt. Erst in der letzten Zeit wird die Aufmerksamkeit auch auf das Schaffestigkeitsverfahren gelenkt. Niedrige Festigkeitswerte in dieser Hinsicht bilden nämlich den Mangel der meisten Klebstoffe.

-5-

Wir können sie sogar bei sonst hervorragenden Epoxyd-Klebstoffsorten sowie inländischen als auch ausländischen Ursprungs feststellen.

Es wurden mehrere Prüfverfahren erprobt: das von Dr. Meyerhans in dem 41. Jg. der Kunststoffe veröffentlichte Verfahren für Araldits, das ASTM-Prüfverfahren genannt peeling test und das Rossmann-Schub-Verfahren. Bei dem ersten Prüfverfahren wird eine 1 mm dicke auf eisernem Prismen verklebte Platte gebogen. Bei dem zweiten werden 2 verklebte auf einem Zylinder befestigte Blechstücke geschält. Bei dem dritten Verfahren wird mit Quecksilberdruck auf Harzstofffolie gewirkt. Die besten Resultate gewährt das peeling test-Verfahren. Es wurden einige kleinere Modifizierungen dieses Verfahrens vorgenommen, vor allem dadurch, daß Prüfmuster mit den mit Zylinder gleichen Dimensionen benutzt wurden. Bei diesem Prüfverfahren wurden eiserne sandgestrahlte Blechstücke von 0,3 mm - Dicke verwendet. Dieses Verfahren bietet sehr gute Resultate, im allgemeinen mit geringen experimentellen Fehlern. Die Zerstreuung einzelner ermittelten Prüfwerte bewegt sich bei $\pm 15\%$. Wir haben diese Methode als sehr gut bei der Verfolgung des Einflusses der Klebstoffstruktur erprobt, wobei aus den Prüfwerten der nach der statistischen Quadratmethode zusammengesetzten Experimente berechnete Fehler tatsächlich versäumbar waren. Die bei den anderen zwei Methoden erzielten Resultate sind nicht so günstig; das von Dr. Meyerhans beschriebene Verfahren ist zu sehr von der Dicke und Qualität des verklebten Materials abhängig. Dem gegenüber das Rossmann-Schub-Verfahren ist mehr auf filmbildende Stoffe anwendbar. Die Möglichkeit einer Modifizierung dieser Methode für Bewertung der Klebstoffe liegt an der Hand; für eine Serien-Ausnutzung ist die Arbeit mit

- 5 -

Quecksilber mangelhaft.

Neben diesen Prüfverfahren wurden einige Versuche mittels Ultraschall unternommen. Die ersten Prüfexperimente wurden so eingerichtet, daß die Klebefüverbindung direkt in das Ultraschallgerät mit einem Oelmedium eingetaucht wurde. Die mit Hilfe eines Epoxydklebstoffes ausgeführte Verbindung widerstand 2 Stunden lang einer Frequenz von 2,000.000 Schwingungen ohne jegliche Zerstörung. Gegenwärtig wird auf der Entwicklung eines Gerätes, ebenso auf dem Ultraschallprinzip gearbeitet, wobei Zerstörung oder Abschälzung des Filmes in ähnlicher Weise, wie es in der den 1949 Jg. der Ind. Eng. Chem. veröffentlichten Arbeit beschrieben ist, möglich wäre. Es soll ein Gerät von mehrfacher Verwendung sein, das nicht nur für die Verfolgung der Klebstoffabhebung, sondern auch der Anstrichstoffe, Glas- und Kontaktpressbarze u. dergl. bestimmt ist.

Oberflächenvorbehandlung.

Ich möchte jetzt kurz eine sehr wichtige Frage streifen: die Werkstoffoberflächenbehandlung. Ich werde einige Erfahrungen anführen, welche in der ČSR auf diesem Gebiet gemacht wurden. Die Reinheit der zur Verklebung behandelten Werkstoffoberfläche ist nämlich eine der grundsätzlichsten Bedingungen einer erfolgreichen Metallverbindung. Dieses Problem wurde gründlich genauer verfolgt. Von anorganischen Unreinigkeiten sind es besonders Korrosionsprodukte, Rückstände der Glanzmittel und Schleifpisten, des Formiersandes und verschiedener Chemikalien. Organische Unreinigkeiten sind meistens von den Mineral-, Tier-, Pflanzenölen, Schmierstoffen, Seifen, Wachsen, Fettsäuren, verschiedenen Kohlenwasserstoffen oder deren Gemischen vertreten.

- 7 -

- 7 -

Es wurde der Einfluss einer künstlichen Oberflächenverunreinigung auf die Zugscherfestigkeiten der Klebeverbindungen untersucht. Ich möchte drei Beispiele anführen: den Einfluss des Öls, des Schmierstoffes V 2 und des Stearin. Die erwähnten Stoffe wurden in einer Trichloräthylenlösung aufgetragen. Vor dem Versuchen wurde eine Entfettung durchgeführt, wobei die Prüfblechstücke zuerst 30 Min. in einem alkalischen Bad auf 70 °C erwärmt, dann mit kühltem Wasser abgespült, 1 Min. in einer 10 % Salzsäurelösung gebeizt, wieder mit Trinkwasser und schliesslich mit destilliertem Wasser abgespült, und einer Infrarotlampe getrocknet wurden.

Die experimentellen Untersuchungen wurden an den kalthärtenden Epoxydklebstoff Upon 1200 P ausgeführt.

Der Einfluss der Lageröle: kg/cm²

0,0	217,0
0,92	213,5
20,0	206,5
50,0	200,7
93,6	187,4

Der Einfluss des Schmierfettes V 2: kg/cm²

0,0	217,0
1,2	147,0
43,0	110,0
424,7	23,0

Der Einfluss des Stearin: kg/cm²

0,0	217,0
0,96	169,0
15,75	105,5
39,7	23,5

Aus den Resultaten geht hervor, dass von den untersuchten Werkstoffen das Stahlrohr den grössten Einfluss auf Zugscherfestigkeit ausübt. Von den in der GSR untersuchten Reinigungsmethoden möchte ich nur einige erwähnen. Von den mechanischen Oberflächenbehandlungen wurde die Reinigung mit Schmirgelpapier, Stahldrahtbürste, mit Schleifmaschine und mit Sandstrahlern erprobt. Die besten Resultate wurden bei dem Sandstrahlen mit feinkörnigem Quarzsand festgestellt. Gute Resultate ergibt auch ein Abschleifer mittels der Schleifmaschine oder ein Abschleifen mittels Schmirgelpapier. Die Reinigung mit Stahldrahtbürsten hat sich nicht bewährt, denn bei diesem Verfahren nach einer längeren Bürstenerwendung die Unreinigkeit wird von einer Stelle an eine andere übertragen wird.

Von den chemischen Oberflächenbehandlungen sei hier die Säurebeizen erwähnt. Am meisten wurde Schwefelsäure, Salzsäure und Phosphatsäure verwandt. Neben Einzelheiten wurden auch verschiedene Kombinationen angewandt, z.B. ein Entfettungsgezisch aus Phosphorsäure, Emulgator, Emulsion, Butanol und Aethylalkohol. Dieses Gemisch hat als ein Spararbeitsmittel bewährt, denn es beschränkt Übersässiges Auflösen reinen Metalls. Es wurden weiter oft Kombinationen mit Bichromat angewandt. Auch die Reinigung mittels der Lösungsmittel gab gute Resultate. Es haben sich vor allen Trichloräthylen, Tetrachlormethan, Aethylalkohol und Azeton bewährt. Am meisten besonders nach einer mechanischen Vorbehandlung, wurde das Aethylalkohol verwandt.

Nach der Behandlung mit Aethylalkohol wurde das gereinigte Metall in Wasserstrom abgespült. Von den alkalisch Entfettungsbädern haben sich besonders diejenigen bewährt welche neben dem Natriumhydrogenphosphat und Dinatriumsilikat auch Emulgator enthielten. Als erfolgreich hat sich die Entfettung mittels der Lösungsmittel in Kombination mit Ultraschall erwiesen. Die Kontrolle der Oberflächenreinigung wurde an Hand der sog. Wasserfilmschicht ausgeführt. Die gereinigte Werkstoffoberfläche wurde mit Wasser übergossen und die Entstehung einer Wasserfilmschicht verfolgt. Falls keine zusammenhängende Wasserschicht entsteht, wird es klar, dass die Reinigung nicht vollständig ausgeführt worden ist.

Zu dieser Übersicht der erprobten Methoden gehört auch die Tatsache, dass man in der Praxis besonders die Entfernung mittels der alkalischen Bäder, der Säure oder des Sandstrahles benutzt.

Verklebungstechnik

Ich habe noch einige Bemerkungen zu der Verklebungstechnik. Die Technik der Metallverklebung in der CSR unterscheidet sich nicht wesentlich von den im Ausland benutzten Verfahren. Minder benutzt wird die Verklebung mittels der Klebefolie. Es wird vor allem das Klebemittel FK (auf Basis von einem phenolischem mit Polyamid modifizierten Harz) benutzt. Die Folie wird in einer Dicke von c.1 - 0,2 mm geliefert. Bei der Verklebung werden Folienstreifen nach den erwünschten Dimensionen zugeschnitten, d.h. nach der Verklebungslinie und der erwünschten Überlappung, zwischen die zur Verklebung bereitete Stücke eingeschoben, welche sogleich zusammengenommen werden. Es folgt dann eine normale Klebstoffauftragung. Dieses Verfahren ist viel mehr rascher als das Auftragen des Harzes in Pulverform, in Stücken oder in einer Lösung. Es garantiert eine gleichmässige Filmschicht des Klebstoffes. Auf eine ähnliche Weise wurden Versuche mit hitzhärtbaren Epoxydklebstoffen. Das Klebemittel wurde auf Glasgewebe aufgetragen und ähnlich wie FK Klebstofffolie verarbeitet. Weil aber das Harz in unausgekärtetem Zustand spröde ist, splittert es bei Biegung oder Stoß. Diese Eigenschaft verhindert eine weitere Entwicklung, welche in voller Massen der elastischeren FK Klebstoff-Folie zu erwarten ist. Kalthärtenden Klebstoffen wurde bei der Serie erzeugt. Zugabe des Härters vor dem Verarbeitung als mängelhaft betrachtet. Besonders bei dem Upon 1200 P, bei welchem die Lebensdauer bei 20°C maximal 2 Stunden ist, gab es grosse Schwierigkeiten. Diese Probleme werden jetzt dadurch gelöst, dass in den Betrieben mit Serienverklebung eine spezielle Abteilung entwickelt worden ist, in der abgetrennt Harzdosen eingewägt werden und Härter in spezielle Reagenzgläser abgemessen bzw. auch der Füllstoff eingewägt wird.

Auf diese Weise wurde es ermöglicht, daß den klebstoffverarbeitenden Abteilungen alle Klebstoffbestandteile genau nach der Rezeptur eingewogen werden, welche dann knapp vor der Verarbeitung gemischt werden. Am meisten benötigt man 50 bis 100 g - Einwagen des Klebstoffes.

Ich möchte noch eine Frage streifen, nämlich die der Einarbeitung und der Qualifikationserhöhung des Personals. Die Arbeiter wurden mit der Verklebungstechnik durch Vorträge und Aufsätze bekanntgemacht, und außerdem wurde für jede Klebstoffsorte eine ausführliche Gebrauchsanweisung oder Verarbeitungsvorschrift verfaßt. Für wichtigere Zweige an dem Gebiete der Verwendung werden die Arbeiter in demjenigen Forschungsinstitut, in welchem der diesbezügliche Härter entwickelt worden ist, eingearbeitet. Erst in der letzten Zeit sind Vorbereitungen für einen Kurs über Metallverklebung getroffen. Den Inhalt dieses Kursus werden neben der Verklebungstechnologie einschließlich der Reinigung der Werkstoffoberfläche und der Methodik der Aushärtung auch Informationen über die Eigenschaften und Charakteristik der zugänglichen Klebstofftypen, über Prüfungsmethoden, Grundsätze der Adhäsion usw. bilden. Die Arbeiter werden auch mit der Berechnung der Überlappung an Hand gegebener erwünschten minimalen Festigkeitswerten und gegebener Klebstoffqualität bekanntgemacht.

Anwendungsbeispiele von Klebharzstoffen für Metallklebeverbindungen

Zum Schluß meines Vortrages möchte ich in groben Zügen einige Beispiele der Klebstoffverwendung für Metallverbindungen besprechen. Die Metallverklebung gehört in der CSR zwischen den jüngsten Arbeitsgebiete. Ernstlicher wurde auf diesen Gebiet erst im Jahre 1951 gearbeitet, eigentlich zusammen mit der Herstellung geeigneter Klebstoffsorten. Die Metallverklebung breite sich zuerst in der elektrotechnischen Industrie aus, wo sehr längere Erfahrungen mit der Verklebung mit Glas, Keramik u. derg. managen

vorlagen, und die Verklebungstechnik daher ziemlich gut bekannt war. Schon die Verwendung für Verklebung mit anderen Werkstoffen brachte mehrfache Vorteile und Ersparnisse zu. Ähnliche Ersparnisse wurden bei der Metallverklebung zu erzielen gebracht. So z.B. bei Verklebung des Magnets der Messergriff wurde gegenüber dem früheren Einspritzen in eine Aluminiumlegierung folgende Vorteile festgestellt: Es wurde eine Verbindung von erhöhter Qualität erreicht, durch diese Arbeitstechnik wurde die Qualität des Magnets praktisch unberührt, was nicht bei dem früheren Verfahren der Fall war - bei jenem Verfahren wurde nämlich der Magnet durch die Erwärmung stark beansprucht und dadurch entwertet - , das neue Verfahren ist schneller und auch billiger. Es wurden Hunderttausend-Kronen Ersparnisse in einem Jahr erreicht. Ähnlicherweise blieb die Qualität der Schneide der Fräsmesser bei der Verklebung unverändert. In einigen Fällen bildete die Metallverklebung die einzige bisher mögliche Lösung des gegebenen Problems. So z.B. bei der Verklebung der Sonatperm-Kerne. Die Ränder der zusammengerollten Kernes wurden verklebt und der Kern dann mittels der Prämaschine aufgeschnitten. Bei diesem Arbeitsgang dürfen sich die verklebten Blechstücke weder durch ungewollte Erwärmung, noch durch mechanische Beanspruchung ablösen, die Entfernung zwischen den Blechstücken muß unverändert bleiben. Ferner wurde die Verklebung zur Anfügung der Achse an den Rotor an Stelle des früher verwandten Aufschlagens auf die Achse bei Erhitzung angewandt. Die vorzügliche Eignung der Klebstoffe zu diesem Zwecke wurde zuerst versuchsweise an einer locker gewordenen Zentrifugenachse von 120 cm Durchmesser geprüft.

Von den Verklebungsanwendungen in der Kraftfahrzeug-Industrie möchte ich auf ein interessanteres Beispiel aufmerksam machen. Es wurden einzelne Bestandteile eines neu entwickelten Reihenwasserkühlers aus Aluminium für einen Personenkraftwagen verklebt. Die Betriebsversuche des neuen Kühlers sind in Zukunft bisher ermittelte Resultate bezeugen, daß er sich bewährt.

Die Serienherstellung würde vielmehr einfacher als es bei der Schweißmethode der Fall ist.

Von den in anderen Industriezweigen gemachten Verklebungen anwendungen seien da nur noch einige der bedeutsameren Beispiele erwähnt. Es wird mittels der Verklebung eine erfolgreiche Überlappung des Eisens mit anderen Metallfolien erreicht. So wird z.B. bei einer Sorte von Messgeräten Eisen mit Nickel überlappt. Ferner wurden Bestandteile feiner ärztlichen Operationsinstrumente z.B. für Augenchirurgie verklebt. Versuchsweise werden mittels der Verklebung Häuser aus dem Aluminium zweiter Schmelzung, Spielzeuge u.a. hergestellt.

Die Ausnützung der Verklebung in der Luftfahrtindustrie ist erst in Anfängen. Es werden serienweise bloß etliche Versteifungen der Flügel einiger Flugzeugtypen und ferner spezielle Halter hergestellt. Für eine weitere Entwicklung der Metallverklebung in dem Flugwesen sind Vorbereitungsarbeiten im Laufe, es werden die Eigenschaften der inländischen Klebstoffe geprüft und künftige Anwendungszweige berechnet.

Zuerst wurde besonders die Klebeverbindung leichter Metalle erwogen. Aber auch bei der Verbindung eiserner Konstruktionsteile ist die Verklebung von erheblicher Bedeutung. Da handelt es sich um ein weiteres Problem: das Löten dadurch zu ersetzen. In dieser Hinsicht ist folgendes zu erwägen: das Löten mittels des Lötzinns ist technischerweise ein fortgeschrittenes und technologischerweise geläufiges Arbeitsverfahren. Die Verklebung ist in heutigem Zustand und in der mechanisierten Erzeugung mehr langsam und kompliziert. Die einfache Lötzungstechnik kann man für das Verkleben entweder nicht, oder sonst nur ausnahmsweise übernehmen. Der Preis der Klebstoffe ist vielmehr niedriger, als der der Lötmittel. Von Bedeutung ist ferner das, daß spezifisches Gewicht der Klebstoffe sich zwischen 1,2 bis 1,3 gr/cm³ bewegt, dagegen das der Lötmittel durchschnittlich 9,5 gr/cm³ ist. Zu erwägen sind daneben die Zinersparnisse. Bei einer teilweise automatisierten Serieherstellung

- 13 -

konnte große Produktionsersparnisse erzielen. Man muß die vorgebrachten Vor- und Nachteile gründlich erwägen. In Einzelfällen ist Klebebau als Zinnleimmittel-Ersatz in erfolgreicher Entfaltung; die bisher verlangten Resultate deuten an, daß diese Klebstoffanwendung von großem volkswirtschaftlichen Bereich wäre.

Zum Schluß möchte ich zusammenfassen, daß in der letzten Zeit in der DDR eine grosse Aufmerksamkeit auf die Metallverklebung gerichtet wird, besonders auf die Möglichkeit einer automatisierten Serienherstellung. Denn schon die bestehende Klebstoffverwendung bringt Ersparnisse von Millionen-Kronenwert und eine Qualitätserhöhung einer Reihe von Erzeugnissen. Von der Klebstoffanwendung ist willentlich eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität und der Rentabilität der Herstellungsverfahren zu erwarten.

Anlage 2
Antrag an das Kultusministerium

H i n z u r u f g s b e r e c h t

- Kollege Grawch -

Betr.: Abdichtungsversuche an porösen Gußstücken mit Hilfe von Epoxyd-Klebstoffen im Motorenwerk Johannisthal (VEB)

Meine am 8. November 1955 vor dem Fachausschuß "Metallkleintechnik" in der KdT, Bezirk Groß-Berlin, mündlich vorgetragenen Ausführungen zu diesem Thema, können wie folgt zusammengefaßt bzw. ergänzt werden:

Unser Motorenwerk hatte bei der Durchführung seiner Produktionsaufgaben gleich anderen Betrieben laufend dadurch Schwierigkeiten, daß wertvolle Gußstücke infolge poröser Stellen verworfen und verschrottet werden mußten. U.a. mußte sich unsere Gütekontrolle oft damit beschließen, Gußstücke, die an die Giertechnik außerordentlich hohe Ansprüche stellen, als unbrauchbar zu erklären, obwohl sie nach Beobachtung einer im Ausmaß geringfügigen aber funktionsschädigenden Unzuverlässigkeit ihrer Verwendung hätten zugeführt werden können.

Die Anwendungsmöglichkeiten des bisher bekannten I.M.- und Abbauroh-Verfahrens erwiesen sich für unsere Zwecke als nur sehr begrenzt durchführbar, außerordentlich zeit- und kostspielig und sogar in den meisten Fällen wegen des Entstehens einer Korrosionsgefahr als unbrauchbar.

Nachdem anlässlich der Berliner Kunststoff-Ausstellung im Frühjahr 1955 vonseiten des Kollegen Baumgäck die Anregung kam, der Anwendung von Epoxyd-Klebstoffen zur Abdichtung undichter Gußschlösser besondere Aufmerksamkeit zu schenken, erhielt ich von meinem Werkleiter, Kollegen R. L., den Auftrag, mit Unterstützung von Mitarbeitern der Akademie der Wissenschaften, Laboratorium für Kunststoffe (Lfb), die zuvor aufgestellten Leichtmetall-Ölfiltergehäuse, die einem Druck von 1000 kg/cm² standhalten mußten, mit Hilfe der Anwendung von Epoxidy-Klebstoffen und sie damit für die Produktion verwendbar zu machen.

Bei diesen Versuchen mit dieser Klebstoffart vorgefertigten Gußstücken ergab sich eine Reihe von Erfolgen wie: Verbindungen mit zu wenig druckdichten Stellen konnten durch Anstreichen einer dünnen Klebegeschicht so zu verstärken, daß sie den vorgesehenen Druck aufnehmen konnten.

- 2 -

Bei der Durchführung des Versuches wurde kalthärtendes Epoxidharz 10-101, das im vorgeschriebenen Mischungsverhältnis mit dem Härtler A11 8 zu einer gebrauchsfähigen Kleharzmasse angerührt worden war, verwendet. Während des Auftragens dieser Masse wurde der Innenraum des Gehäuses einem Vakuum ausgesetzt und die Warmhärtung des Harzes in einem elektrisch beheizten Luftumwälzofen mit automatischer Temperaturregelung bei + 80°C durchgeführt, wobei der Innenraum des Gehäuses während der ersten 20 Min. im Ofen dem Vakuum-Zündung ausgesetzt blieb.

Nachdem es gelungen war, in zahlreichen Beratungen mit meinen Werkleiter Wege zu finden, die an 54 Ölfiltern zu positiven Versuchsergebnissen führten, wurden die hierbei gewonnenen wertvollen Erfahrungen und Erkenntnisse zur Grundlage für weitere Versuche gemacht.

War bereits bei den Anwendungsfällen bezüglich des Ölfilters erreicht worden, daß besonders dringend benötigte Gußstücke trotz ihrer Porenosität der Produktion zugeführt werden konnten, so war es eben doch nur der Anfang dazu, diesem vorteilhaften Verfahren neus und noch größere Anwendungsbereiche zugänglich zu machen, zumal es sich beim Epoxidharz um ein völlig neutral wirkendes Abdichtmittel handelt, welches sich im Vergleich mit bisher bekannten Klebstoffen durch außerordentlich günstige Festigkeitseigenschaften auszeichnet.

Das umständliche Verfahren der Warmhärtung im elektrisch beheizten Ofen gab mir Veranlassung, zu erproben, den ganzen Arbeitsprozess durch Anwendung von Infrarot-Bestrahlung wesentlich zu vereinfachen und darüberhinaus auch entscheidend zu verbessern.

Die Erfahrung zeigte, daß sich bei Bestrahlung mit einer 500 W.-Infrarotlampe die einzelnen Verfestigungsphasen beim Aushärteprozess des Kleharzesußerst günstig beobachten lassen und ich baute diese Erkenntnis dazu, die gesamte Plastizitätsphase während des Aus härtungsprozesses zum Modellieren der Dichtstelle auszunutzen.

Diese neue Verfahrenstechnik ermöglichte es, das Abdichten von Abdichten Gußstücken auch dann anzuwenden, wenn es, wie bei unseren neuen Gehäusen nicht gelingt, in jedem Fall die zu behandelnde Fläche in eine Horizontal-Lage zu bringen, um ein Weglaufen des in sie eingeschlossenen sehr angenehm recht flüssig werdenden Harzes zu verhindern.

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/09 : CIA-RDP80T00246A054000020001-9
- 5 -

Diese, unter dem Bestrahlungseinfluß der Infrarot-Lampe erreichte Modellierungsmöglichkeit gestattete es, den Übergang vom Harzfilm zum Werkstück stufenlos bzw. mit jedem beliebigen Übergang zu gestalten. Zugleich gestattete dieses Verfahren, den Kletharsfilm mit Hilfe des Modellierstäbchens einem besonderen Anpreßdruck auszusetzen, damit er dadurch noch besser in die auszufüllenden Hohlräume gelangen kann. Dadurch wurde für die Mehrzahl der Fälle die umständliche Vakuumanwendung erspart.

Ein weiterer Vorteil ergab sich bei der Infrarotbestrahlung darin, daß die Blasenbildung im Kletharsfilm, wie sie sonst häufig beim Brennen im geschlossenen Ofen zeigte, vermieden wurde. Um der Flanschstelle ein möglichst unauffälliges Aussehen zu verleihen, erwies es sich als vorteilhaft, auf die gegen Ende der ersten Aushärtungsperiode noch etwas klebrige Oberfläche des Kletharsfilmes feingemahlenes Metallpulver aufzustreuen bzw. dieses mit Hilfe eines fettfreien Lappens einzureiben.

In der Folgezeit wurde die Verfahrenstechnik insofern weiter entwickelt, als es gelang, unter Beibehaltung der bereits erwähnten Infrarotbestrahlung ähnlich wie beim Stahl- bzw. Senkkrechtschweißverfahren auch solche Hohlräume zu beseitigen, die einen senkrecht aufsteigenden Auffüllprozeß erfordern. Zu diesem Zweck wurde nach Bestreichen der zu behandelnden Ränder und Gravflächen mit klarem gebrauchsfähigem Epoxidharzgemisch zum Auffüllen des Hohlräumes eine breiartige Spachtelmasse, die unter dem Einfluß der Infrarotbestrahlung nichtweise aufbaubar und entsprechend modellierbar ist, erstellt. Eine solche Spachtelmasse kann man sich selbst durch Einmischen von feingemahlenem Metallpulver zu der gebrauchsfähigen Epoxidharzmischnung im volumenmäßigen Mischungsverhältnis: 1 Teil Klethars zu ca. 1 bis 1,5 Teilen Metallpulver herstellen. Hierbei wird die Art des Metallpulvers so gewählt, daß sie dem Werkstoff, den zu behandelnden Gußstückes weitgehend entspricht, z.B. zum Abdichten von Leichtmetallgehäusen - Aluminiumpulver, dagegen für Grav- und bzw. Plastikgußgehäuse Eisenpulver (bestgen als Verrum metallicum pulv. , Knauf Industriepulvert von der VVB Pharma, Laborchemie, Apolda).

Die anfangs nur gesichteten Spalten gewonnenen feinen Metallkörnchen beispielsweise Graugußkörnchen, erwiesen sich als weniger brauchbar, weil durch ihre zu grobe Körnung die Werkstoffeigenschaften der ausgebauten, abgekühlten Gußmasse negativ beeinflußt werden. Nach den

schätzigen Erfahrungen kommt es entscheidend auf eine gründliche Feinheit und peninschische Sauberkeit des Metallpulvers (Korngröße unter 1μ) an, um die günstigsten Festigkeits- und Elastizitäts-werte zu gewährleisten.

Dieses Verfahren hat sich seitdem am besten bewährt und findet auch auf dem Gebiet des Abdichtens von Motorengehäusen den größten Anwendungsbereich.

Es konnten in unserem Werk durch die Anwendung des Epoxyharz-Abdichtverfahrens hohe Verluste vermieden werden und es ist möglich zu erkennen, welcher volkswirtschaftliche Nutzen entstehen würde, wenn es gelänge, dieses dem neuesten Stand der Technik entsprechende Abdichtverfahren in großem Stil allen interessierten Kreisen unserer volkseigenen Industrie zugänglich zu machen. (In diesem Zusammenhang sei auf den in der Zeitschrift "Die Wirtschaft" Nr. 46 vom 7.12.1955 erschienenen Artikel des Herrn Mr. Wende verwiesen) Zu meiner Einschätzung sind m.E. folgende Maßnahmen bzw. Voraussetzungen erforderlich:

1. Auswertung und breite Publizierung der bisher im VEB Motorenwerk Johannisthal gesammelten Erfahrungen mit dem Ziel, breite Kreise der Industrie und Wirtschaft vom Bestehen dieser Verfahrenstechnik in Kenntnis zu setzen und zur Anwendung anzuregen. Ich bin gern bereit, auf die im vorliegenden Bericht nur angedeuteten Arbeitsgänge und Anwendungsbereiche ausführlicher einzugehen.
2. Systematische Durchführung von Versuchsreihen in einem wissenschaftlichen Überbetrieblichen Institut, mit dem Ziel,
 - a) das Verhalten des Epoxyharzfilms ohne und mit Einfluß einer verschiedenen-prozentigen Metallpulver-Bemischung in Abhängigkeit von der Temperatur zu ermitteln. - Für den Motorenbau interessiert vor allem der Temperaturbereich zwischen 60 und 90° C und zwischen 100 und 120° C und darüber, -
 - b) Festigkeitswerte zu finden, die der Praxis genügenden Aufschluß geben über das Verhalten eines Epoxyharzfilms, welcher bei gleichbleibendem Bruch verschieden hohen Temperaturen ausgesetzt wird.
3. Abschließende Herstellung von Epoxyharz für die Industrie, da mit endlich der "Punkt" des Versuchsstadiums durchbrochen werden kann.

- a) Durchführung der einsatztechnischen Voraussetzungen zur harten Einführung, hierzu eine Technik; hierzu sind erforderlich:
- a) Errichtung genügend qualifizierter Räder für die Durchführung der neuen Verfahrenstechnik mit dem Ziel der Sicherung der Chemikalien und Hilfgeräte vor dem Zugriff durch unqualifizierte Kräfte, die geneigt sind, hieraus ein "Allheilmittel" machen zu wollen,
 - b) namentliche Festlegung des für den im Betrieb für die Durchführung der Arbeiten verantwortlichen Kollegen, der am besten die Qualifikation eines Ingenieurs mindestens aber die eines Technikers haben muß. - Als Vergleichemaßstab sei hierbei an die Funktion eines Schweiß-Ingenieurs erinnert. -
5. Organisierung eines breiten Erfahrungsaustausches, wobei vergleichsweise mit der Schweißtechnik an die Schaffung einer Zentralstelle für Epoxidharzabdichtverfahren gedacht wird. Diese Zentralstelle, der auch große internationale Bedeutung im technisch-wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch mit den Volksdemokratien subsumiert würde, muß sich mit der laufenden Weiterentwicklung des Abdichtverfahrens beschäftigen, und z.B. auch die Anwendungsmöglichkeiten der sich z.B. in der DMR in Neuentwicklung befindlichen Polyurethane erproben.

Abschließend möchte ich diese erstmalig der Öffentlichkeit bekanntgegebenen Erklärungen dahingehend zusammenfassen, daß ich die Entwicklungswerte des genannten Abdichtverfahrens für ausreichend halte, um es in großen Maßstab in die Praxis einzuführen. Voraussetzung dafür wäre, wie bereits vermerkt, eine genügende Bereitstellung von Epoxidharz durch unsere DMR-Produktion, evtl. auch noch durch vorliegende Aspekte. Unserer Volkswirtschaft würden hierdurch neue Möglichkeiten eröffnet bleiben; der gesamte, so außerordentlich wichtige DGB-Sektor würde fühlbar vom Druck der nicht leicht abweichenden, aber hohe Ausdehnungsquote entlastet werden und die Gewerkschaften müßten neben anderen auch etwa dieser Seite her die entsprechenden Möglichkeiten mit verbundenen Schwierigkeiten schaffen, um gleichzeitig aufgrund der hierdurch erzielbaren Einsparung an Brennstoff und Arbeitskraft sowie Arbeitnehmer- und Transportkosten bei ihrer Produktion zu eingesenzen. - Es darf hierdurch jedoch keine Täuschung über die tatsächliche Wirkung in Gießereien gegeben werden.

Ich danken der Akademie Wissenschaft und Technik für das Ausarbeiten dieser großen Rundschreiben und ich danken Ihnen alle für Ihre Initiative zur allgemeinen Rundschreibung der neuen Technik zu ergreifen, allen meinen Mitarbeitern im SVA Wissenschaftszentrum Johannisburg für ihre wertvolle Mitarbeit und den so fruchtbaren Weisungsaustausch zu danken. Dieser Dank gebührt besonders auch den wissenschaftlichen Mitarbeitern der Akademie der Wissenschaften, Abteilung Kunststoffe. Möge die Entwicklung dieses neuen Verfahrens all unseren Werktagen als Beispiel dafür bekannt werden, welche Kräfte in einer fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Technik liegen und wie wichtig es ist, sie zum Nutzen unserer Volkswirtschaft und damit zur Sicherung des Friedens voll zur Entfaltung zu bringen.

gez. Grosch

Viele Anwendungen der Epoxidharze

Aufstellung der im Jahre 1959 bis Ende November mit Hilfe der Epoxidharza-Abdichtung wieder verwendbar gemachten porösen Gussstücke

Jfd. Nr.	Stck.	Benennung	Gesamt- wert DM	Lohnauf- wand Std. DM	Eingespar- ter Betrag DM
1.	58	Motorengehäuse (Leichtmetall oder Grauguss)	94 612,-	213	
2.	25	Zylinderköpfe	10 860,-	32	
3.	4	Wassermantel	600,-	10	
4.	40	Ölfiltergehäuse	2 000,-	58	
5.	1	Preßluftverteilerdeckel	75,-	3	
6.	7	Schwungräder	3 500,-	8	
Summe :			111 647,-	394.2 124,-	109 523,-

Anhang 4

Technische Berichte

Kunststoffe auf Polyurethane-Basis

Dipl.-Phys. Müller

Polyurethane ist ein Sammelbegriff für eine Reihe von Kunststoffen, die nicht durch Kondensation oder Polymerisation, sondern durch eine reine Additionsreaktion entstehen, die sich zwischen der Isocyanat- und der alkoholischen Hydroxylgruppe abspielt. Für die Herstellung hochpolymärer Verbindungen sind Diisocyanate erforderlich, die mit Verbindungen mit zwei und mehr funktionellen Gruppen der Reaktion gebracht werden. Die vielseitigen Eigenschaften der Produkte werden durch die verschiedensten Polyester und auch Di-isocyanate herbeigeführt. Auf diese Weise erhält man z.B. aus 1,6-Hexamidisocyanat und 1,4-Butylenglykol einen elastischen, weifähigen, bei etwa 185°C schmelzenden Kunststoff, der unter dem Namen Polyurathan U resp. als Faserstoff unter der Bezeichnung Perlon U verarbeitet wird.

Lederartige bis gummi-elastische Eigenschaften erhält man aus vernetzten Produkten: So ergeben Polyester aus Isophylen- oder Propylen-glykol und Adipinsäure hochelastische Massen, Bernsteinäureester-lederartige, Phthaläureester vollständig spröde, glasharte Verbindungen.

Kautschukähnliche Kunststoffe (Vulcollan) resultieren aus Gemischen von Glykol- und Propylen-glykol-Adipinsäure-Iatern und Desmodur 12.

Die als Ausgangsmaterial verwendeten Polyester bezeichnet man als Desmophene, die Polyisocyanate als Desmodure. Zur Verklebungszwecke benutzt man eine Reihe von Komponenten, die sich aus Desmophenen und Desmoduren zusammensetzen und aus denen nach ihrer Vermischung hochpolymere Verbindungen entstehen. Die Desmophene sind mit Zahlen versehen, die eine fallende Charakteristik aufweisen. Diese Zahlen beziehen sich auf z.B. 1200, 1100, 900 usw., bedeuten abnehmende Elastizität der entsprechenden Filme, dadurch herbeigeführt, daß die Zahl der funktionellen -OH-Gruppen entsprechend größer ist, wodurch Molekülvernetzung in dickerer Maschigkeit eintritt.

Zusammenfassend seien den Desmophenen u.a. folgende Typen gegenübergestellt:

CONFIDENTIAL

25X1

a) Das Dispondur 2 (ein Gemisch von 1-Methyl-2,6-Phenylendisocyanat und 1-Methyl-2,4-Phenylendisocyanat)

b) Das Isomodur TH, in dem eine der beiden NCO-Gruppen durch eine polyfunktionelle Oxyverbindung gebunden ist, die andere für die Umsetzung der zweiten Komponente frei ist.

Mit diesen als Beispiel aufgeführten Konservierungsmitteln kann man erst kurz vor Gebrauch verhindern, da bei ihnen im allgemeinen sofort die Vernetzung beginnt. Je nach Art des Isocyanats, das man aus dem Ausgangsmaterial erhält, kann verschiedene Anfangsreaktionsgeschwindigkeiten auftreten; so den Klebstoff dem Verwendungszweck anzupassen, auch die Reaktionsgeschwindigkeit kann gesteuert werden. Die aromatischen Isocyanate enthaltenden Polyisocyanate wirken schneller vernetzend als die aliphatischen Verbindungen. Die Reaktion kann so rasch sein, daß sie bereits unter Wärmeabgabe bei Zimmertemperatur verläuft und nicht durch Zugabe von Lösungsmitteln abbrechen kann. Es ist deshalb bei Mischungen darauf zu achten, daß keine Reaktionsmittel eingesetzt werden, die reaktionsfähige H-Atome enthalten, da infolge dessen die Reaktionsfähigkeit der Isocyanate durch diese mit dem NCO-Gruppen reagieren und der Vernetzungsvorgang stören. Alkohol- und Aldehydhaltende Lösungsmittel und Feuchtigkeit sind bei der Herstellung von Klebern unbedingt zu vermeiden bzw. auszuschließen. Klebstoffe auf Polyurethanbasis zeichnen sich durch ausgewichnete Haftfestigkeit auch an glatten Oberflächen aus und sind daher zum Verarbeiten von Metallen und Glas geeignet. Was der Chemismus des Klebstoffes angeht, ist dieser auf das zügliche Zusammenspiel der Eigenschaften der Disocyanate zurückzuführen.

Auf der einen Seite reagieren ein Teil der Disocyanatgruppen mit dem stets vorhandenen Wassersfilm an, die sich auf Grenzflächen befinden, mit den Oxyhydratenschichten auf Metalloberflächen oder polymerisieren an den Glanzwänden. Prinzipiell kommt dadurch eine lokale Berührung, wenn nicht sogar eine chemische Verbindung mit den starken Grenzflächen zustande. Auf der anderen Seite sind die Polyisocyanate in den meisten organischen Stoffen gut löslich, wodurch sie die Möglichkeit haben, mit reaktionsfähigen Wassersstoffatomen oder mit Sauerstoff leicht zu reagieren. Eine große Rolle wird nun in einigen Fällen die leichte Polymerisierbarkeit der Disocyanatgruppen durch Mineralalgen, Alkalien, Pyridin, Licht- und Unterschotter spielen. Genauso können die Disocyanate auf Grund ihrer kleinen

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

25X1

Moleköl den Vorteil für sich zu Anspruch nehmen, sobald es organische Stoffe hineindiffundieren bzw. in poröses Material leicht eindringen. Alle Reaktionen verlaufen auf jeden Fall unter erheblicher Molekölvergrößerung; neben diesen Veränderungen an den Grenzschichten sind auch die hohe Festigkeit und Elastizität des erzeugten Zwischenfilms von ausschlaggebender Bedeutung für den Klebe-Effekt.

Die Verklebungen zeichnen sich durch sehr gute Lösungsmittel- und Wasserbeständigkeit aus und zeigen in den meisten Fällen gute Haftfestigkeit. Wenn eine Erhöhung der Viskosität bei starken Fügefugen erforderlich ist, kann durch Zugabe von wasserfreien Fügestoffen bis zu 20 % eine Verdickung des Klebers herbeigeführt werden, wodurch bisweilen eine Erhöhung der Haftfestigkeit eintritt. Die Gebrauchszeit des Klebers ist jedoch im Vergleich zu anderen Klebstoffen sehr gering; sie beträgt max. bis zu 10 Std. Mit den besonders für die Metallverklebung entwickelten Polyurethan-Klebern erreicht man bei vorgereinigten und abgestrahlten Metallblechen Schubwerte von 3-5 kp pro mm², bei Leichtmetall von 1-2 kp/mm². Die Hartungsdauer liegt bei 12-18 Std. und kann durch Erhöhung der Temperatur auf 4-5 Std. reduziert werden. Letztere bedingt gleichzeitig eine Verbesserung der Haftfestigkeit und Wärmebeständigkeit, die dadurch zustande kommt, daß die bei normaler Temperatur nur bis zu 80 % stattfindende Polyaddition bei erhöhter Temperatur auf 100% ansteigt. Ihres großen Häftvermögens wegen kann man die Polyurethan-Klebstoffe in die Reihe der Metallkleber, wie Araldit, Radux usw. einordnen. Selbstverständlich ist, wie bei allen Metallverklebungen darauf zu achten, daß die zu verklebenden Flächen gründlich von Schmutz, Fett und Öl gereinigt werden (Trichlormethylendampfbad, mechanische Reinigung, Propan, Freon etc. usw.).

CONFIDENTIAL